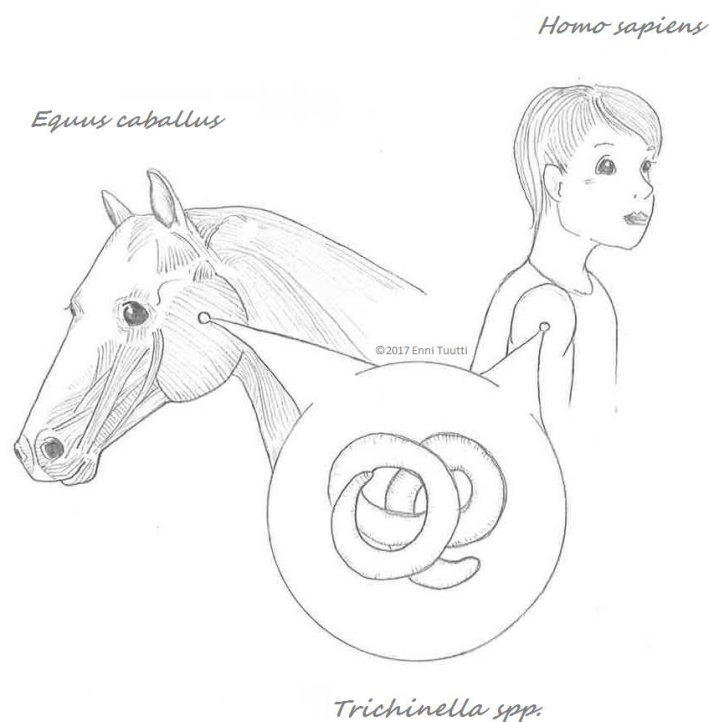


# HEVOSENLIHAVÄLITTEINEN TRIKINELLOOSI IHMISSÄ – EPIDEMIOLOGINEN KIRJALLISUUSKATSAUS



ELK Enni Tuutti

Eläinlääketieteen lisensiaatin tutkielma

Elintarvikehygienian ja ympäristöterveyden osasto

Ympäristöterveydenhuollon valvonta

Eläinlääketieteellisten biotieteiden osasto

Mikrobiologian ja epidemiologian oppiaine

Eläinlääketieteellinen tiedekunta

Helsingin yliopisto 2017

Tiedekunta - Fakultet – Faculty	Osasto - Avdelning – Department	
Eläinlääketieteellinen tiedekunta	Eläinlääketieteellisten biotieteiden osasto, Elintarvikehygienian ja ympäristöterveyden osasto	
Tekijä - Författare – Author		
Enni Tuutti		
Työn nimi - Arbetets titel – Title		
Hevosenlihävälitteinen trikinelloosi ihmisellä – epidemiologinen kirjallisuuskatsaus		
Oppiaine - Läroämne – Subject		
mikrobiologian ja epidemiologian oppiaine, ympäristöterveydenhuollon valvonta		
Työn laji - Arbetets art – Level	Aika - Datum – Month and year	Sivumäärä - Sidoantal – Number of pages
kirjallisuuskatsauskirjallisuuskatsaus	2/2017	76
Tiivistelmä - Referat – Abstract		
<p>Vuosina 1975–2005 Euroopassa raportoitiin yhteensä 3 334 hevosenlihävälitteistä ihmisten trikinelloositapausta 15:ssä epidemiassa. Määrä on 96,8 % kaikista Euroopassa vuosina 1975–2014 raportoiduista ihmisten trikinelloositapauksista. Ihmisillä <i>Trichinella</i>-sukuun kuuluvan sukkulamadon aiheuttama trikinelloosi muistuttaa lievimmillään influenssaa ja on vakavimmillaan kuolemaan johtava sairaus. Tämän kirjallisuuskatsauksen tavoitteena oli kuvata ihmisten hevosenlihävälitteisen trikinelloosin esiintyvyyteen vaikuttaneita tekijöitä, koota tietoa Euroopassa raportoiduista hevosenlihävälitteisistä trikinelloosiepidemioista ja selvittää, miksi epidemioita ilmeni juuri vuosina 1975–2005. Aihe rajattiin koskemaan EU:ssa raportoituja epidemioita jäsenmaiden yhtenäisen lainsäädännön vuoksi.</p> <p>Epidemiat aiheuttaneista hevosista 11/15 oli lähtöisin Itä-Euroopasta ja ne teurastettiin Ranskassa tai Italiassa. Kaikki epidemiat puhkesivat Ranskassa tai Italiassa, joissa ruokakulttuuriin kuuluvat tartarpihvi ja raaka hevosenjauheliha. Yhden hevosten infektioreittihypoteesin mukaan hevosille syötetään laittomasti eläinperäisiä tuotteita lihotustarkoituksessa. Eräässä tutkimuksessa hevosten ruokkimisen lihalla todettiin olevan yleinen tapa Serbiassa ja 31 % hevosista (n=219) söi lihaa mielellään. Toisen hypoteesin mukaan hevoset saavat tartunnan rehun sekaan vahingossa joutuneiden jyräjien välityksellä. Ensimmäisen epidemian puhjetessa hevosenlihalle ei tehty Euroopan alueella rutiininomaista trikinellatarkastusta. Tutkimusten myötä havaittiin, että trikinellan osoittaminen hevosenlihasta ei noudata samoja lainalaisuuksia kuin trikinellan osoittaminen sianlihasta. Epidemioiden ilmetessä toistuvasti hevosenlihalle suoritettava trikinellatarkastus ja siihen liittyvä lainsäädäntö kehittyivät nykyiseen muotoonsa.</p> <p>Tärkeimmät epidemioiden syntyyn vaikuttaneet tekijät olivat hevosten infektoituminen trikinellalla, ihmisten raakaa tai heikosti kypsennettyä hevosenlihaa suosivat ruokakulttuuriset tavat, hevosenlihalle validoitujen riittävän sensitiivisten trikinellojen osoittamismenetelmien puuttuminen, lihan tarkastusta ja hevosten jäljitettävyyttä koskevat lainsäädännön puutteet sekä valvonnassa tapahtuneet inhimilliset virheet. Kasvinsyöjäksi luokitellun eläimen tunnistaminen tartuntalähteeksi loistaudille, jonka tiedetään tarttuvan vain lihansyönnin välityksellä, vaati aikaa. Epidemioiden syntyyn ovat voineet vaikuttaa myös sittemmin vääräksi osoitetut väitteet. Esimerkiksi nykyään tiedetään, että pakastus tai säilöntä eivät tuhoa trikinelloja lihasta luotettavasti. Lähteissä ei tullut esille selkeää syy-seuraussuhdetta sille, miksi ensimmäinen epidemia tapahtui vuonna 1975 ja viimeinen vuonna 2005. Ajallisesti epidemioiden hiipumiseen liittyviä tapahtumia ovat Euroopan elintarvikeeturvallisuusvirasto EFSA:n perustaminen, eräiden lihan tarkastusta ja elintarvikevalvontaa koskevien EU-säädösten voimaantulo sekä useiden Itä-Euroopan maiden liittyminen Euroopan unioniin.</p> <p>Tulevaisuudessa olisi mielenkiintoista selvittää hevosten rehujen todellinen infektiokuorma. Trikinellavalvonnan kustannukset suhteessa trikinellojen aiheuttamaan tautitaakkaan ovat herättäneet keskustelua ja trikinellavalvonnan keventäminen on nostettu esille. Markkinoille saatetaan tulevaisuudessa tuottaa kahta eri tavoin valvottua lihaa: trikinellatarkastettua niille, jotka syövät lihan kypsentämättömänä, ja tarkastamatonta niille, jotka kypsentävät lihan ennen syömistä.</p>		
Avainsanat – Nyckelord – Keywords		
<i>Trichinella</i> , trikiini, trikinella, trikinelloosi, hevonen, hevosenliha, epidemia, taudinpurkaus, lihan tarkastus, lainsäädäntö		
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited		
Helsingin Yliopiston digitaalinen arkisto Helda		
Työn johtaja (tiedekunnan professori tai dosentti) ja ohjaaja(t) – Instruktor och ledare – Director and Supervisor(s)		
Johtaja: Anna-Maija Virtala		
Ohjaajat: Anna-Maija Virtala, Janne Lundén, Leena Oivanen		

## Sisälllys

Sisälllys .....	
LYHENTEET JA TERMIT .....	
1. JOHDANTO .....	1
2. TRIKINELLAT .....	3
2.1. Taksonomia .....	3
2.2. Elämänsiirto .....	3
2.3. Trikinellojen levinneisyys ja isännät .....	5
3. HEVOSEN INFEKTOITUMINEN TRIKINELLALLA .....	6
3.1. Infektioreittihypoteesit .....	7
3.1.1. Hypoteesi nro. 1 .....	7
3.1.2. Hypoteesi nro. 2 .....	7
3.1.3. Hypoteesi nro. 3 .....	8
4. HEVOSENLIHAN TUOTANTO .....	8
5. LIHANTARKASTUS .....	9
5.1. Predilektiolihas .....	10
5.2. Trikinellan osoittamismenetelmät .....	11
5.2.1. Trikinoskopia .....	12
5.2.2. Yhdistettyjen näytteiden digestio .....	13
5.2.3. Serologiset testit .....	14
6. TRIKINELLATUTKIMUKSIA SUORITTAVAT VIRANOMAISLABORATORIOT .....	15
6.1. Vertailunäytetutkimukset .....	15
6.2. Laboratorioiden laadunvarmistusjärjestelmä .....	16

7.	LIHAN KÄSITTELY TARTUNTAVAAARATTOMAKSI .....	16
7.1.	Lihan valmistusmenetelmät, jotka eivät inaktivoi trikinellaa .....	17
8.	IHMISTEN TRIKINELLOOSI .....	17
8.1.	Diagnosointi .....	20
8.2.	Differentiaalidiagnoosit.....	21
8.3.	Hoito ja ennuste .....	22
9.	IHMISTEN RAPORTOIDUT HEVOSENLIHAVÄLITTEISET TRIKINELLOOSIEPIDEMIA EUROOPAN UNIONISSA .....	22
9.1.	Epidemiat .....	25
9.2.	Hevosten trikinellainfektioiden insidenssi .....	32
10.	EPIDEMIOIDEN SYNTYYN VAIKUTTANEITA TEKIJÖITÄ .....	33
10.1.	Hevosten tunnistaminen ja jäljitettävyys.....	33
10.2.	Kotieläinten ympäristö- ja pito-olosuhteet sekä teurasjätteiden käsittely .....	34
10.3.	Kulinaariset tottumukset .....	35
10.4.	Lainsäädännön muutokset .....	35
10.4.1.	1970-luku .....	40
10.4.2.	1980-luku .....	40
10.4.3.	1990-luku .....	40
10.4.4.	2000-luku .....	41
10.4.5.	2010-luku .....	42
11.	RAPORTOINTI JA TIEDOTUS .....	42
11.1.	Trikinelloista ja trikinelloosista tiedottavat organisaatiot .....	43
12.	HEVOSENLIHAN JA TEURASHEVOSTEN TUONTI EUROOPAN UNIONIIN .....	44
12.1.	Euroopan unionin ulkopuolelta tuotava hevosenliha.....	44
12.2.	Euroopan unioniin saapuvat teurashevokset .....	45
12.3.	Hevosenlihan tuotanto ja kulutus Suomessa.....	45

12.4. Hevosten jäljitettävyys, tunnistaminen ja rekisteröinti nykyään .....	46
13. POHDINTA.....	47
14. KIITOKSET .....	51
15. KIRJALLISUUSLUETTELO .....	52

## LYHENTEET JA TERMIT

- *ante mortem* = ennen kuolemaa
- ECDC = engl. *European Centre for Disease Prevention and Control*, Euroopan tautienehkäisy- ja -valvontakeskus
- EFSA = engl. *European Food Safety Authority*, Euroopan elintarviketurvallisuusvirasto
- ELISA = engl. *Enzyme-linked immunosorbent assay*, entsyymivälitteinen immunosorbenttimääritys, jonka avulla voidaan määrittää verestä immunologisia aineita
- FAO = engl. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, Yhdistyneiden kansakuntien elintarvike- ja maatalousjärjestö
- *epidemia* = taudinpurkaus, taudin poikkeuksellisen suuri ilmeneminen jossakin populaatiossa suhteessa taudin tavanomaiseen esiintyvyyteen
- *epidemiologia* = tieteenala, joka tutkii terveyteen ja sairauksiin liittyvien tilojen esiintyvyyttä ja näihin vaikuttavia tekijöitä väestöissä
- *hoivasolu* = engl. *nurse cell-larva complex*, lihassolu, johon loinen on asettunut ja johon loinen aiheuttaa vahvoja rakenteellisia ja fysiologisia muutoksia
- ICT = engl. *International Commission on Trichinellosis*, kansainvälinen tiedekomissio, jonka kiinnostuksen kohteena ovat trikinellat ja trikinelloosi
- *inkubaatioaika* = aika tartunnasta oireiden ilmenemiseen
- *insidenssi* = ilmaantuvuus, uusien tautitapausten määrä tietyllä aikavälillä
- *kapseli* = kollageenirakenne, joka ympäröi isännän poikkijuovaisissa lihassoluissa olevaa toukka-hoivasolu-kompeksia

- kokeellisesti infektoitu isäntä = isäntä, jolle tartunta on aiheutettu kontrolloiduissa olosuhteissa, esimerkiksi tutkimuksen yhteydessä
- komplikaatio = tautitilaan liittyvä uusi vaikutus tai häiriö
- lihasbiopsia = lihaksesta kirurgisesti otettu koepala
- lpg = engl. *larvae per gram*, toukkien lukumäärä yhdessä grammassa poikkijuovaista lihasta
- luonnollisesti infektoitunut isäntä = isäntä, joka on saanut tartunnan suun kautta ilman tahallista tartuttamista
- OIE = ransk. *Office International des Épizooties*, engl. *World Organisation for Animal Health*, Maailman eläintautijärjestö
- OR = engl. *odds ratio*, suhteellinen (tauti)paine
- parasiitti = loinen (eliö), joka asettuu elämäänsä ja hyötyy isännästään ilman, että isäntä hyötyy loisen läsnäolosta
- palleapilari = palleasta lähtevä lihashaarake, jonka lähtöpiste on pallean ruokatorviaukon lähellä ja kiinnittymispiste selkärangassa.
- *post mortem* = kuoleman jälkeen
- predilektiolihas = lihas, jossa toukka esiintyy yleisemmin kuin muissa lihaksissa
- prevalenssi = taudin vallitsevuus, tautitapausten olemassa oleva määrä jossakin populaatiossa jonakin ajankohtana
- RASFF = engl. *Rapid Food and Feed Safety Alerts*, nopea hälytysjärjestelmä, jonka avulla EU-maat, komissio ja viranomaiset voivat nopeasti tiedottaa toisilleen elintarvikeketjussa ilmenevästä vaarasta
- TRACES = engl. *Trade Control and Expert System*, sähköinen tietojärjestelmä, johon kirjataan mm. EU:n sisäiset elävien eläinten siirrot, eläinten tuonti EU:n ulkopuolisista maista, eläinlääkinnälliset rajatarkastukset sekä eläinperäisten elintarvike-erien näytteenottotiedot ja -tulokset
- WHO = engl. *World Health Organization*, Maailman terveysjärjestö
- ZCC = engl. *Zoonosis Collaboration Center* Tanskan kansallisessa elintarvikevirastossa (engl. *National Food Institute of Denmark*)
- zoonoosi = tauti, joka voi tarttua selkärangaisista eläinlajeista ihmisiin ja päinvastoin

## 1. JOHDANTO

Trikinelloosi on *Trichinella*-sukuun kuuluvan sukkulamadon aiheuttama lihan tai lihatuotteiden välityksellä eläimiin ja ihmisiin tarttuva loistauti (katsauksessa Pozio ym. 2003, Dupouy-Camet & Bruschi 2007). *Trichinella*-suvun loisia kutsutaan myös trikinelloiksi tai trikiineiksi (WHO 2014, Evira 2016b). Trikinooosi on trikinelloosin synonyymi. Tässä työssä kyseisestä loisesta käytetään nimitystä trikinella ja trikinellojen ihmisille aiheuttamaa tautia kutsutaan trikinelloosiksi. Huolimatta mikroskooppisen pienestä koostaan (0,08–4 mm) (Pozio 2007a), ovat trikinellat suurimpia solunsisäisiä parasiittejä (Despommier 1998). Trikinelloja on useita eri lajeja, joiden maantieteellinen levinneisyys ja isäntäeläinlajisto vaihtelevat (Sadaow ym. 2015). Tunnetuin trikinellalaji lienee muun muassa sianlihan välityksellä ihmiseenkin tarttuva *Trichinella spiralis* (Dupouy-Camet & Bruschi 2007). Trikinelloosia esiintyy kaikkialla maailmassa, antarktista lukuun ottamatta (katsauksessa Pozio & Zarlenga 2013). Maailman terveysjärjestö WHO on luokitellut trikinellat kansanterveydellisesti tärkeäksi ruokavälitteiseksi taudinaiheuttajaksi (WHO 2008).

Eläinten trikinellatartunnoista käytetään termiä trikinellainfektio, kun taas ihmisten trikinellatartunnasta aiheutunutta sairautta on syytä kuvata termillä trikinelloosi (Pozio & Zarlenga 2013). Eläimet eivät useimmiten ilmennä trikinellainfektioon liittyen kliinisiä oireita. Kansanterveydellisesti eläimen trikinellainfektion tärkein merkitys onkin sen zoonoottisuus (OIE 2012). Ruoantuotantoon tarkoitetuille eläimille ja riistalle ei tällä hetkellä ole olemassa rokotetta trikinellainfektiota vastaan (OIE 2012), vaikka trikinellarokotteita on tutkittu eläinkokein (Eissa ym. 2003).

Perinteisesti ihmiset ovat sairastuneet trikinelloosiin syömällä raakaa tai huonosti kypsennettyä *T. spiralis* -lajilla infektioitunutta sianlihaa (Bruschi & Murrell 2011). Viime vuosikymmenten aikana ihmisten trikinelloosin lähteeksi on sianlihan lisäksi tunnistettu myös trikinelloja sisältävä riista- ja hevosenliha. Kun otetaan huomioon kaikki tartuntalähteet, raportoitiin Euroopassa vuosina 1975–2014 yhteensä 3 443 ihmisten trikinelloositapausta (Pozio 2015). Näistä hevosenlihavälitteisiä trikinelloositapauksia oli

96,8 % (3 334 tapausta). Kaikki raportoidut hevosenlihavälitteiset trikinelloosiepidemiat tapahtuivat vuosina 1975–2005 Ranskassa tai Italiassa, joissa ruokakulttuuriin kuuluu raa'an tai kevyesti kypsennetyn hevosenlihan syöminen (Boireau ym. 2000, Pozio 2007a). Huolimatta hevosenlihavälitteisen trikinelloosin lähes sataprosenttisesta osuudesta suhteessa kaikkiin Länsi-Euroopassa raportoituihin ihmisten trikinellooseihin vuosina 1975–2005, on maailmanlaajuisesti sian- ja villisianlihavälitteinen trikinelloosi kuitenkin hevosenlihavälitteistä trikinelloosia yleisempi tartuntatauti (Murrell & Pozio 2011).

Kasvinsyöjäksi luokitellun eläinlajin tunnistaminen isännäksi loiselle, jonka uskotaan tarttuvan vain lihansyönnin kautta, herättää kysymyksiä eläinten rehunkäyttöön perustuvasta luokittelusta, loisen elämänkiertoon osallistumiseen kykenevien eläinten tunnistamisesta sekä loisen sopeutumisesta eri isäntäeläinlajeihin. Kuluttajalle turvallisen hevosenlihan saattaminen markkinoille vaatii teurastamoilla jatkuvaa elintarvikevalvontaa ja trikinellatutkimuksia suorittavien laboratorioiden laadunvarmistusjärjestelmien kehittämistä. Elintarviketurvallisuutta uhkaavien vaarojen tunnistaminen ja poistaminen ovat ensisijaisen tärkeitä asioita kansanterveyden toteutumiselle sekä elinehto elintarviketoimijoille.

Tämän kirjallisuuskatsauksen tavoitteena on kuvata hevosenlihavälitteisen trikinelloosin esiintyvyyteen vaikuttavia tekijöitä sekä selvittää, minkälaisilla toimilla hevosenlihavälitteistä trikinelloosia on pyritty ehkäisemään. Lisäksi tavoitteena on koota tietoa Euroopassa raportoiduista hevosenlihavälitteisistä trikinelloosiepidemioista ja selvittää, miksi hevosenlihavälitteisiä epidemioita on ilmennyt juuri vuosina 1975–2005. Aihe rajataan koskemaan Euroopan unionin alueella ilmenneitä epidemioita, mikä on mielekästä EU:n jäsenmaiden yhtenäisen lainsäädännön vuoksi.



## 2. TRIKINELLAT

### 2.1. Taksonomia

Trikinellojen sukuun kuuluu yhdeksän lajia: *Trichinella spiralis*, *T. nativa*, *T. britovi*, *T. murrelli*, *T. nelsoni*, *T. pseudospiralis*, *T. papuae*, *T. zimbabwensis*, *T. patagoniensis* ja kolme trikinellagenotyyppiä: T6, T8, ja T9 (La Rosa ym. 2003, Gottstein ym. 2009, Pozio ym. 2009a, Krivokapich ym. 2012). Näistä kapseloituvia lajeja ovat kaikki, paitsi *T. papuae*, *T. zimbabwensis* ja *T. pseudospiralis*. Trikinellagenotyyppien asema trikinellojen fylogeniikassa ei ole vielä selvää, minkä vuoksi niitä kutsutaan lajien sijaan genotyypeiksi (Murrell ym. 2000). Trikinellojen taksonomialla on tärkeä rooli epidemiologisissa tutkimuksissa, sillä jokaisella trikinellalajilla ja -genotyypillä on niille tyypilliset isäntäeläinlajistonsa ja maantieteelliset levinneisyysalueensa (Sadaow ym. 2015). Tosin Bruschi & Murrell (2011) toteavat, että vaikka trikinellalajeilla on isäntälajipesifisyyttä, eivät täydelliset lajikohtaiset isäntälajikirjot ole vielä täysin selvillä.

Vaikka trikinellalajit eroavat geneettisesti paljon toisistaan (La Rosa ym. 2003), lukuun ottamatta kapselin muodostamiskykyä ja yhden ei-kapseloituvan lajin eroavaisuutta koossa (Gajadhar ym. 2009), ovat kaikki trikinellalajit ja -genotyypit ulkoisilta rakenteiltaan samanlaisia kaikissa kehitysasteissa. Tämän vuoksi trikinellalajit voidaan erottaa toisistaan vain biokemiallisilla tai molekyylibiologisilla menetelmillä (Pozio 2007a, Gajadhar ym. 2009), kuten polymeerasiketjureaktio- eli PCR-tutkimuksella (Murrell & Pozio 2000). Geneettistä eroavaisuutta on löytynyt myös yksittäisen lajin (*T. spiralis*) sisältä viitaten siihen, että lajin sisällä on tapahtunut mutaatioita edesauttamaan sopeutumista erilaisiin isäntäympäristöihin (Sandoval ym. 2012, Wang ym. 2012).

### 2.2. Elämäntieto

Trikinellojen elämäntietoon kuuluu sukkulamadoille tyypillisesti kuusi vaihetta: aikuinen trikinella L5, naaraan sisällä oleva ja siellä kuoriutuva muna sekä toukkamuodot L1, L2, L3 ja L4 (väitöskirjassa Näreaho 2006). Kaikilla trikinellalajeilla on suora elämäntieto eli niiden kehitysvaiheisiin ei liity väli-isäntiä ja ne kehittyvät toukasta sukukypsäksi aikuiseksi yhden ja saman isännän sisällä (Bruschi & Murrell 2011). Taylor

ym. (2007) toteavat kirjassaan, että trikinellalla ei ole vapaasti elävää muotoa, vaan sen kaikki muodot elävät isännän kudoksissa. Toukat kuolevat ilman ympäröivää lihasta ja jouduttuaan kosketuksiin yleisesti käytettyjen desinfektioaineiden kanssa (OIE 2012).

Uusi isäntä saa trikinellatartunnan syömällä eläviä ja tartuntakykyisiä L1-vaiheen trikinellatoukkia sisältävää lihaa, jolloin toukat pääsevät uuden isännän ruoansulatuskanavaan (Pozio 2007a). Mahalaukussa toukat vapautuvat lihapalan sisältä ruoansulatusnesteiden vaikutuksesta. Suolistossa toukat tunkeutuvat erittämänsä gp53-glykoproteiinikompleksin avulla suolen seinämän nukkalisäkkeiden epiteelisoluihin muovaten niistä monitumaisia jättisoluja itselleen stabiiliksi ympäristöksi nahanluonteja varten (Romarís ym. 2002, Gottstein ym. 2009). Epiteelisoluihin tunkeutumista seuraavien 30 tunnin aikana tapahtuvien neljän nahanluonnin seurauksena toukista kehittyy sukukypsiä aikuisia (Patel ym. 2009). Naaraat ja urokset parittelevat ja kuudesta seitsemään päivän kuluttua tartunnasta naaraat ryhtyvät synnyttämään uutta loissukupolvea (Pozio 2007a). Vastasyntyneet toukat (engl. *newborn larvae*) vaeltavat suolistosta verenkierron välityksellä lihaskudokseen ja kehittyvät lihassoluissa seuraavalle isännälle taudinaiheutuskykyisiksi eli infektiivisiksi L1-vaiheen lihastoukiksi noin 15–30 päivän kuluessa sinne asettumisestaan (Bruschi & Chiumiento 2012). Samanaikaisesti kapseloituvat lajit muodostavat asteittain kapselin itsensä ympärille ja kaikkia trikinellalajeja ja -genotyyppisiä koskeva hoivasolukompleksi (engl. *nurse cell-larva complex*) muodostuu. Kapseloituvat trikinellat muodostavat ympärilleen paksun kollageenikapselin, kun taas ei-kapseloituvat lajit tuottavat ympärilleen vain hyvin ohuen sidekudosjuosteen (Gottstein ym. 2009). Lihassolun muuttuessa trikinellan hoivasoluksi sen solusykli pysähtyy eikä hoivasolun ilmiasu muistuta enää lainkaan lihassolua (Dabrowska ym. 2008). Ajan myötä toukan vaikutuksen kohteena oleva lihassolu rappeutuu ja mineralisoituu (Pozio 2007a, Taylor ym. 2007). Tämä ei vaikuta häiritsevän toukan elinkykyisyyttä, sillä toukat voivat selvitä elävän isännän lihassoluissa vuosista vuosikymmeniin odottaen uuteen isäntään pääsyä.

Trikinellainfektion voimakkuutta kuvataan termillä *larvae per gram* (lpg), mikä tarkoittaa tartunnan saaneessa yksilössä olevien toukkien lukumäärää yhdessä grammassa poikkijuovaista lihaskudosta (Murrell ym. 2004). Boireau ym. (2000) sekä Gamble ym. (1996) määrittivät koe-eläinten matalan toukkatiheyden tarkoittavan alle tai korkeintaan yhden lpg:n toukkatiheyttä lihaksessa. Forbes ym. (2008) määrittivät tutkimuksissaan, että koe-eläinten matalassa trikinellainfektiossa toukkia esiintyy 0,1–2,9 lpg ja voimakkaassa yli kolme lpg. Voimakkain eläimellä havaittu trikinellainfektio on siialla todettu 8 000 lpg (Gomés-Morales ym. 2012). Voimakkain hevosella todettu trikinellainfektio on 1 221 lpg (Liciardi ym. 2009).

### 2.3. Trikinellojen levinneisyys ja isännät

*Trichinella*-suvun sukkulamadot ovat maantieteellisesti yksi maailman laajimmalle levinneistä zoonoottisista taudinaiheuttajista (Pozio & Zarlenga 2013). Jokaisella trikinellalajilla on oma levinneisyysalueensa, mutta joidenkin lajien levinneisyysalueet ovat paikoin päällekkäisiä (Pozio 2007a). Määritetyt levinneisyysalueet liittyvät luonnollisesti isäntälajien levinneisyysalueisiin (Pozio 2013). Kapseloituvien lajien esiintyminen on yleisempää sekä maantieteellisesti että isäntälajikirjoltaan verrattuna ei-kapseloituviin lajeihin (La Rosa ym. 2001). Euroopassa yleisimmin esiintyvät ja Suomessa ainoat tavatut trikinellalajit ovat *T. spiralis*, *T. britovi*, *T. nativa* ja *T. pseudospiralis* (Oivanen ym. 2002b, Pozio ym. 2009b). Näistä kaksi ensin mainittua ovat tärkeimmät eläinten ja ihmisten infektioiden aiheuttajat Euroopassa (Pozio ym. 2009b). Trikinellalajien levinneisyyttä kartoittavien tutkimuksien otoskoot eri isäntäeläinlajien edustajista saattavat vaihdella, mahdollistaen harhan trikinellalajien esiintymissuhteita koskeviin tuloksiin (Pozio 2013).

Trikinellat tarttuvat useimpiin nisäkkäisiin sekä joihinkin lintuihin ja matelijoihin (Pozio 2005, 2013). Trikinelloja esiintyy pääasiassa villieläimissä ja vain pieni osa infektoi kotieläimiä (Pozio 2013). Isäntäeläimiksi todettuja villieläimiä ovat esimerkiksi villisiat, ilvekset, supikoirat, ketut ja jyrsijät. Suomessa villieläinten infektiota ovat aiheuttaneet *T. britovi*, *T. nativa*, *T. pseudospiralis* ja *T. spiralis* (Oivanen ym. 2002b, Airas ym. 2010). Isäntäeläimiksi todettuja kotieläinlajeja ovat esimerkiksi siat, koirat, kissat ja hevoset (Taylor ym. 2007). Kotieläinten infektiota ovat aiheuttaneet muun muassa *T. spiralis*, *T.*

*britovi*, *T. murrelli* ja *T. nativa* (Boireau ym. 2000, Touratier 2001). *T. spiralis* -laji on tyypillisin sikojen, hevosten ja ihmisten trikinellainfektioiden aiheuttaja (Murrell & Pozio 2000, Pozio ym. 2009a). Hevonen, nauta ja lammas ovat esimerkkejä kasvinsyöjiksi luokitelluista eläimistä, joita trikinellat ovat infektoineet (Wang & Cui 2001). Myös majavilla on todettu trikinellainfektioita (Segliņa ym. 2015). Kasvinsyöjiksi luokiteltujen eläimien lihaksista löydetty trikinellat ovat herättäneet kysymyksiä, sillä trikinellan ei tiedetä tarttuvan millään muulla tavalla kuin syömällä trikinelloja sisältävää lihaa (Dupouy-Camet ym. 1994).

### 3. HEVOSEN INFEKTOITUMINEN TRIKINELLALLA

Kokeellisissa tutkimuksissa hevosiin on tartutettu *T. spiralis* syöttämällä niille *T. spiralis* -lajin toukkia sisältävää lihaa (Gamble ym. 1996, Yopez-Mulia ym. 1999, Murrell ym. 2004, Hill ym. 2007). Tartunnan seurauksena hevosten lihaksista on osoitettu trikinellatoukkia ja hevoset ovat olleet lähes aina oireettomia. Hevosten lihassoluihin asettuneiden trikinellatoukkien hoivasolut ovat histologisesti samanlaisia verrattuna muiden eläinlajien vastaaviin, mutta hevosen immuunivaste trikinellainfektioille ei ole vielä selvä (Hill ym. 2007).

Trikinelloosin kansainvälisessä vertailulaboratoriossa Italiassa on todettu, että vuosina 1975–2000 löydetystä 21 positiivisesta hevosesta 56 % kantoi pääasiassa sioissa esiintyvää *T. spiralis* -lajia ja 12 % kantoi pääasiassa villieläimissä esiintyvää *T. britovi*- tai *T. murrelli* -lajia (Boireau ym. 2000, Pozio 2000, Touratier 2001). 32 %:ssa tapauksista hevosen infektion aiheuttanut trikinellalaji ei määritetty. Hevosella on kerran raportoitu olleen trikinellasekainfektio, joka sisälsi *T. spiralis* ja *T. britovi* -lajeja suhteessa 1:4 (Liciardi ym. 2009). Hevosten syömän *T. spiralis* -toukka-annoksen suuruus on lineaarisessa suhteessa lihasvaiheen tartunnan voimakkuuteen (Gamble ym. 1996, Hill ym. 2007). Kokeellisesti infektoitujen hevosten lihaksista osoitetut toukkatiheydet ovat vaihdelleet esimerkiksi 0,03 lpg:stä 1 030 lpg:hen (Gamble ym. 1996). Pozion & Zarlengan (2013) mukaan luonnollisesti infektoituneiden eläinten toukkatiheys on lähes aina alle 10 lpg.

Tietävästi ensimmäiset hevosten kokeellisia trikinellainfektioita koskevat raportit ovat 1800-luvun lopulta, minkä jälkeen hevosten trikinellainfektioita on tutkittu kokeellisissa olosuhteissa useasti (Smith & Snowdon 1987, Gamble ym. 1996, Yopez-Mulia ym. 1999 Hill ym. 2007). Vaikka ensimmäinen hevosenlihavälitteinen trikinelloosiepidemia ilmeni vuonna 1975, aloitettiin ensimmäinen varsinainen epidemiologinen tutkimus hevosen trikinellainfektioista vasta vuonna 2002 (Murrell ym. 2004).

### **3.1. Infektioreittihypoteesit**

Hevosten normaaleissa talli- ja pito-olosuhteissa tapahtuvaa trikinellalla infektoitumista ei ole voitu todistaa tieteellisesti, minkä vuoksi trikinellojen infektioreiteistä hevosiin on olemassa vain hypoteeseja (Murrell ym. 2004, Pozio 2015). Hypoteesien mukaan hevonen saa trikinellatartunnan eläinperäisen proteiinin välityksellä. Nykyinen EU-lainsäädäntö kieltää jäsenmaiden alueella eläinperäisen proteiinin syöttämisen hevosille (EY 999/2001). Trikinellatoukan infektiokykyinen muoto elää tämän hetkisen tiedon valossa vain lihaksessa (Bruschi & Chiumiento 2012). Ulosteen välityksellä tapahtuvaa siirtymistä pidetään epätodennäköisenä (Dupouy-Camet ym. 1994, Touratier 2001).

#### **3.1.1. Hypoteesi nro. 1.**

Ensimmäisen hypoteesin mukaan hevonen saa trikinellatartunnan laiduntaessaan syömällä trikinelloilla infektoituneiden eläinten jäänteitä laitumelta (Pozio 2001, 2015). Hypoteesille numero 1. ei ole löytynyt tieteellisiä todisteita tai havaintoja.

#### **3.1.2. Hypoteesi nro. 2.**

Toinen hypoteesi esittää, että hevonen saa infektion syömällä rehun seassa olevia trikinellalla infektoituneita jyrсийöitä, jotka ovat jauhautuneet heinän tai muun hevosille tarjotun rehun sekaan vahingossa rehun valmistusprosessin aikana (Dupouy-Camet ym. 1994, Gamble ym. 1996, Ancelle 1998). Tätä tukevat havainnot, joissa hevosille valmistetuista rehuista on löydetty piennisäkkäiden jäänteitä sisältäviä jauhautuneita rehupartikkeleita (Ancelle ym. 1998). Lisäksi trikinellojen on todettu säilyvän jopa neljän viikon ajan infektiivisenä tapetuissa laboratoriorotissa eläinrehujen seassa (Oivanen ym. 2002a). Lihastoukalla on fysiologisia ominaisuuksia, jotka edesauttavat sen selviämistä mätänevissä ruhoissa edistäen siten loisen siirtymistä uuteen isäntään (katsauksessa Pozio & Murrell 2006). Gamble ym. (1996) ovat tuoneet esille, että ainakin teoriassa

hypoteesin nro 2. kaltaisella tavalla kohtalaisesti tai voimakkaasti infektoitunut jyrä voi aiheuttaa hevoselle yli yhden lpg:n infektion, jos hevonen syö jyrää useita grammoja.

### **3.1.3. Hypoteesi nro. 3.**

Kolmannen hypoteesin mukaan hevoselle syötetään sioista ja/tai riistaeläimistä peräisin olevaa trikinellapitoista lihaa, kun hevosta pyritään lihottamaan ennen teurastusta tai myyntiä. Hypoteesia nro. 3 tutkittiin Murrellin ym. (2004) suorittamassa 13 henkilöhaastattelua sisältävässä kyselytutkimuksessa. Sen perusteella tutkijat esittivät, että Serbiassa hevosten omistajat ja välittäjät syöttävät hevosille eläinperäisiä tuotteita lisätäkseen hevosten massaa ennen niiden myyntiä ja/tai teurastusta. Murrell ym. (2004) pitivät hevosten ruokintaa potentiaalisesti infektoituneella lihalla tai lihatuotteilla hevosten lihottamista varten tärkeämpänä riskitekijänä kuin rehun sekaan vahingossa päätyneitä jyräjäitä. Kyselytutkimukseen vastanneet väittivät lisäksi, että ravitsemuksellisesti heikossa kunnossa olevat hevoset syövät lihaa mielellään. Tämän seurauksena hevosten lihansyöntihalukkuutta tutkittiin toisessa tutkimuksessa. Tutkituista 219:sta hevosesta 31 % (67/219) söi jauhelihapihvejä mielellään eikä tuloksissa ollut selviä eroja sen suhteen, oliko liha raakaa vai kypsennettyä (Murrell ym. 2004). Myöskään hevosrodulla ei ollut vaikutusta lihansyöntihalukkuuteen. Kirjallisuudessa esitetään useita hypoteesiin nro. 3 liittyviä mainintoja (Pozio ym. 1998a Gamble ym. 2000, Murrell & Pozio 2000). Ilmeisesti etenkin alemman tulotason maissa on käytäntö lihottaa hevosia ennen teurastusta syöttämällä niille kotitalous- ja teurasjätteitä esimerkiksi itsevalmistetun seosrehun mukana (Pozio 2001).

## **4. HEVOSENLIHAN TUOTANTO**

Hevoset ovat elintarviketuotantoeläimiä, vaikka niitä pidetään yhteiskunnassa usein urheilu- ja harrastuskäytön vuoksi (Evira 2016f). Hevosenlihaa tuotetaan perinteisesti teurastamalla työuransa päättäneitä yksittäisiä hevosia (Tateo ym. 2008) tai modernimmalla tavalla kasvattamalla hevosia varsasta lähtien teurashevosiksi (Tateo ym. 2008, Blaga ym. 2009, Lorenzo ym. 2014). Hevosenlihatuotannossa, kuten sianlihatuotannossakin, eläinten pito-olosuhteet ovat suurin yksittäinen eläimen trikinellatartuntojen riskitekijä (Murrell & Pozio 2000, Nöckler ym. 2004, EU 2015/1375).

Perinteisesti omistajat toimittavat yksittäisiä hevosia teurastamolle joko itse tai välittäjien ja teuraseläinten keräyskeskuksien kautta (Alban ym. 2011). Suomessa teuraseläinten keräyskeskuksia ei ole lainkaan (Varjus, henkilökohtainen tiedonanto), vaan hevosenomistaja järjestää teurastettavan hevosen kuljettamisen teurastamolle useimmiten itse (MMM:n työryhmän selvitys 2007). Perinteisen tuotantotavan haasteena on, että yksittäisiltä omistajilta lähtöisin olevien teurashevosten pito-olosuhteita ja historiaa koskevissa tiedoissa on usein puutteita (Gamble ym. 2000, Alban ym. 2011). Teurashevosten kasvatusta toteutetaan esimerkiksi Italiassa, Espanjassa ja Romaniassa (Sarriés & Beriain 2005, Tateo ym. 2008, Blaga ym. 2009, Lorenzo ym. 2014). Kyseiset teurashevokset ovat isorunkoisia kylmäverihevosia ja ne teurastetaan 16–24 kuukauden iässä. Teuraaksi kasvatettujen hevosten trikinellakontakteista tai trikinellaprevalenssista ei löytynyt tutkimustietoa.

## 5. LIHANTARKASTUS

Euroopan elintarviketurvallisuusvirasto EFSA on arvioinut trikinellat hevosenlihan tärkeimmäksi biologiseksi vaaraksi (EFSA 2013). Lihan elintarviketurvallisuutta kontrolloidaan ensisijaisesti lihantarkastuksella (Dorny ym. 2009). Lihantarkastuksesta säädetään tällä hetkellä muun muassa Euroopan parlamentin ja neuvoston asetuksilla (EY) 852/2004, (EY) 853/2004 (EY), (EY) 854/2004 sekä komission asetuksella (EU) 2015/1375, johon lihan virallisia trikinellatarkastuksia koskevat erityissäännöt perustuvat. Suomessa lihantarkastusta säätelevät EU-lainsäädännön lisäksi myös kansalliset lait ja asetukset, kuten elintarvikelaki 23/2006 ja maa- ja metsätalousministeriön asetus 590/2014 lihantarkastuksesta, jonka liitteessä 2 ovat kansalliset trikinellatutkimuksia koskevat erityisvaatimukset (23/2006, MMMa 590/2014, Evira 2016d). Elintarvikealan toimijoilla (elintarvikkeiden jalostajat, jakelijat ja jälleenmyyjät) on päävastuu varmistaa, että elintarvikkeet ovat kuluttajalle turvallisia ja täyttävät EU:n elintarvikelainsäädännön vaatimukset (Euroopan komissio 2014).

Hevonen todetaan kelpaavan teurastettavaksi lihantarkastuksen *ante mortem* -tarkastuksessa sen tunnistusasiakirjamerkintöjen perusteella (EY 504/2008). Teurashevosen

trikinellatutkimukset tehdään lihantarkastuksen *post mortem* -vaiheessa laboratoriomenetelmin (Nöckler ym. 2000, Gajadhar ym. 2009, EFSA 2013). Tarkastuseläinlääkärin tehtävänä on todentaa, että *post mortem* -trikinellatutkimukset on tehty asetuksen (EU) 2015/1375 ja maa- ja metsätalousministeriön asetuksen 590/2014 liitteen 2 mukaisesti (MMM 590/2014). Virallisten trikinellatutkimusten päätavoite on havaita ruhosta se määrä trikinellatoukkia, joka kykenee aiheuttamaan ihmiselle kliinisen trikinelloosin (Forbes & Gajadhar 1999). Tutkimusmenetelmillä ei siten ole kapasiteettiä estää ihmisten trikinellainfektiota täysin. Koska kliinisen trikinelloosin on havaittu liittyvän yli yksi toukkaa grammassa sisältävän lihan syömiseen, pidetään kyseistä toukkatiheyttä rajana ihantarkastuksessa käytettävien osoittamismenetelmien sensitiivisyydelle (Forbes & Gajadhar 1999, Gamble ym. 2000, Nöckler ym. 2000, Gajadhar ym. 2009). Osoittamismenetelmän on siis havaittava 95 %:n luottamustasolla liha, jonka toukkatiheys on vähintään yksi lpg (ICT 2007, Forbes ym. 2008, Marucci ym. 2016).

Jos näytetulos on positiivinen, todetaan kaikki ruhon osat ihmisravinnoksi kelpaamattomaksi (EU 2015/1375). Positiivisen löydöksen varalta jokaisessa jäsenvaltiossa tulee olla toimivaltaisen viranomaisen (Suomessa Eviran) laatima valmiussuunnitelma. Valmiussuunnitelmassa esitetään, miten positiivinen ruho ja siitä saadut osat jäljitetään ja miten tartuntalähde selvitetään (EU 2015/1375). Hevosenlihaa ei saa missään muodossa siirtää teurastamolta eteenpäin ennen kuin trikinellatutkimusten tulokset ovat tulleet ja osoittaneet ruhon trikinellanegeatiiviseksi, ellei elintarviketoimija takaa ruhon olevan jäljitettävissä (EU 2015/1375).

### **5.1. Predilektiolihas**

Trikinellan osoittamismenetelmissä tutkittava näyte tulee aina ottaa kullekin isäntäeläinlajille ominaisesta predilektiolihaksesta (Nöckler ym. 2000, Touratier ym. 2001). Predilektiolihas on lihas, jossa toukka esiintyy yleisemmin kuin muissa lihaksissa. Trikinellan predilektiolihaksissa on vaihtelevuutta eläinlajien välillä (Pozio ym. 1998a). Hevosen predilektiolihaksen määrittämiseksi on tehty useita tutkimuksia (Gamble ym. 1996, Pozio ym. 1998a, Hill ym. 2007). Gamble ym. (1996) infektoivat kokeellisesti 12 hevosta syöttämällä niille 1 000–40 000 *T. spiralis* -lajin toukkaa. He analysoivat jokaisen



hevosen 27:stä eri lihaksesta otetut näytteet digestiomenetelmällä (digestiomenetelmä kuvataan kohdassa 5.1.2.). Infektoitujen hevosten lihaksista osoitetut toukkatiheydet vaihtelivat 0,03 lpg:sta 1030 lpg:an. Tulosten mukaan *T. spiralis* -lajin toukkien predilektiolihas alle 50 lpg infektioidissa oli kieli (*lingua*) ja yli 50 lpg infektioidissa puremalihakas (*m. masseter*). Hill ym. (2007) infektoivat kokeellisesti 35 hevosta 1 000–10 000:lla *T. spiralis* -lajin infektiivisellä toukalla ja seurasivat infektion kulkua yhden vuoden ajan. Tutkimusryhmien hevosilla voimakkaimmin infektoitunut kudokseksi oli kieli eivätkä muiden tutkittujen lihasten toukkamäärät eronneet toisistaan tilastollisesti merkitsevästi ( $p\text{-arvo}>0,05$ ). Vaikka useat tutkimukset ovat tulleet siihen tulokseen, että kieli on hevosenruhon predilektiolihas, on poikkeaviakin tuloksia esitetty: Pozio ym. (1998b) tutkivat yhden hevosen lihaksistossa olleiden *T. spiralis* -toukkien tiheyksiä 60:stä eri lihaksesta digestiomenetelmällä. Suurin toukkatiheys, 17 lpg, oli ylähuulen nostajalihaksessa (*m. levator labii maxillaris*). Kieli oli vasta neljänneksi infektoitunein lihas 11 lpg:n tiheydellä ja puremalihakas sijoittui kuudenneksi 4,9 lpg:n toukkatiheydellä (Pozio ym. 1998a).

## 5.2. Trikinellän osoittamismenetelmät

Trikinellän suoria osoittamismenetelmiä ovat valikoima yhdistettyjen näytteiden digestiomenetelmiä ja trikinoskopia, joista vain ensiksi mainitut ovat sallittuja virallisessa trikinellatarkastuksessa (van Knapen 2000, EU 2015/1375). Trikinellainfektioiden havaitsemiseen on esitetty myös epäsuoraa menetelmää, jossa eläimen seerumiverinäytteestä etsitään trikinellavasta-aineita (Gamble ym. 1996). Epäsuorat menetelmät eivät ole luotettavia tartunnan osoittamisessa eivätkä siksi sallittuja virallisissa trikinellatutkimuksissa (OIE 2012, EU 2015/1375). Eläimellä voimakkaan trikinellainfektion saattaa myös hyvin harvoin nähdä paljain silmin lihassa pieninä harmahtavan valkoisina pisteinä (Taylor ym. 2007).

Kaikkien *post mortem* -tarkastuksessa käytettävien osoittamismenetelmien tulee olla käyttötarkoitukseensa ja tutkittavalle eläinlajille validoituja (OIE 2013). Validiteetti kertoo, kuinka hyvin testistä saatavat arvot osuvat todellisiin arvoihin (OIE 2010). Arvioitavat parametrit ovat diagnostinen sensitiivisyys ja spesifisyys, uusittavuus ja

toistettavuus, tarkkuus ja täsmällisyys sekä näytteen sopivuus käyttötarkoitukseensa ja stabiilius (Gajadhar ym. 2009). Validointi on tarpeen, jotta menetelmän oikeaanosuus ja sopiminen käyttötarkoitukseensa voidaan dokumentoida (Gajadhar ym. 2009, OIE 2013). EU:n jäsenmaissa lihintarkastuksessa käytetään vain ja ainoastaan käyttötarkoitukseensa validoituja trikinellojen osoittamismenetelmiä (EU 2015/1375).

### 5.2.1. Trikinoskopia

Vuodesta 1860 lähtien sikojen lihintarkastuksessa kansainvälisessä käytössä ollut trikinoskopia (l. puristuslasimenetelmä l. kompressiomenetelmä) on vanhin trikinellän osoittamismenetelmä (Forbes ym. 2003, Webster ym. 2006). Trikinoskopian periaate on seuraavanlainen: ruhon predilektiolihaksesta otetaan 14–28 kpl ohuita kaurajyvän kokoisia palasia, joiden yhteismassa on 0,5–1,0 grammaa. Palaset puristetaan kahden lasilevyn väliin, kunnes ne muuttuvat läpinäkyviksi. Puristetut lihapalat tutkitaan trikinoskoopin, valomikroskoopin tai stereomikroskoopin avulla käyttäen 15–40 kertaista suurennosta ja havaittujen toukkien määrän perusteella lasketaan eläimen infektio-aste (Kohler & Ruitenberg 1974, Nöckler ym. 2000, Blancou 2001, Gajadhar ym. 2009, OIE 2012). Menetelmällä voidaan oletettavasti havaita kolmesta viiteen lpg:n ja sitä suuremmat infektiot (van Knapen 2000).

Trikinoskopian riittämätön sensitiivisyys trikinellojen havaitsemiseksi lihasta (Forbes ym. 2003, Djordjevic ym. 2005) ja uusien osoittamismenetelmien kehittämistarve todettiin jo vuonna 1974 (Ruitenberg ym. 1974). Esimerkiksi vuonna 1972 löydetyn *Trichinella pseudospiralis* -lajin toukat eivät muodosta kollageenikapselia lihakseen (Pozio & Zarlenga 2013). Tämän seuraksena kyseisen lajin toukkia (tai muitakaan ei-kapseloituvia trikinelloja) ei voida luotettavasti havaita trikinoskopiolla, vaan niiden havaitsemiseen tarvitaan elektronimikroskoopia (Gottstein ym. 2009). Koska trikinoskopiamenetelmällä ei voida osoittaa ihmisiin ja eläimiin tarttuvaa kapseloitumatonta trikinellalajia, sitä ei saa käyttää ihmisravinnoksi tarkoitettujen eläinten lihintarkastuksessa (EU 2015/1375). Myös maa- ja metsätalousministeriön asetus 590/2014 kieltää trikinoskopiamenetelmän käytön. Trikinoskooppilaitetta saa kuitenkin käyttää osana yhdistettyjen näytteiden digestiomenetelmiä (EU 2015/1375).

### 5.2.2. Yhdistettyjen näytteiden digestio

Ensimmäinen yhdistettyjen näytteiden digestiomenetelmä esiteltiin 1970-luvulla sianlihan tutkimista varten (Nöckler ym. 2000, Pozio & Zarlenga 2013). Siinä jokaisen teurassian pallealihaksesta otetaan vähintään yhden gramman näyte ja näytteet yhdistetään maksimissaan 100 gramman näyte-eräksi, joka tutkitaan digestiomenetelmällä, mistä nimi *yhdistettyjen näytteiden digestio* tulee (Webster ym. 2006). Sikoihin tarttuvien trikinellojen predilektiolihas on pallealihas, minkä vuoksi sikojen trikinellanäytteet otetaan palleasta.

Digestiomenetelmissä ruhon predilektiolihaksesta otettu näyte pilkotaan mahalaukun olosuhteita jäljitellen pepsini-entsyymillä, suolahappoliuoksen ja sekoittimen avulla (Li ym. 2010, EU 2015/1375). Liuoksen annetaan reagoida näytteiden kanssa sekoittimessa tietty aika, minkä seurauksena näytteet hajoavat osaksi reagenssiliuosta. Lihaskudoksesta vapautuneet elävät toukat saostetaan suppiloiden avulla seoksesta erilleen ja niiden lukumäärä lasketaan mikroskoopin avulla (Li ym. 2010, EU 2015/1375). Näin saadaan selville predilektiolihasen toukkatiheys. Gamble ym. (1996) osoittivat tutkimuksessaan, että yhden gramman hevosenlihapolasta ei voida määrittää alle kolmen lpg:n infektioitasoa yhdistettyjen näytteiden digestiomenetelmällä. Viidestä kymmeneen grammaan näytepalloista sen sijaan voidaan havaita ihmisille terveysriskin aiheuttava hevosenliha (Gamble ym. 1996, Forbes ym. 2008). Forbes ym. (2008) tutkivat yhdistettyjen näytteiden digestiomenetelmän toimintaa *T. spiralis* -toukillä infektoiduista hevosista (n=12) otetuilla lihanäytteillä. Digestiomenetelmällä tutkituista viiden ja kymmenen gramman suuruista lihanäytteistä havaittiin trikinella kaikissa tutkituissa lihasryhmissä todennäköisemmin kuin yhden gramman suuruista näytteistä (p-arvo<0,001). Viiden ja kymmenen gramman lihanäytteistä havaittujen positiivisten tulosten määrä ei eronnut toisistaan tilastollisesti merkitsevästi. Yleisesti digestiomenetelmien sensitiivisyydestä voidaan todeta, että mitä suurempaa näytepalaa käytetään, sitä parempi on menetelmän sensitiivisyys (Gamble ym. 1996, OIE 2012).

EU:ssa tuotetun ja kolmansista maista tuodun lihan lihantarkastuksessa kaikki trikinellan vastustamiseen sallitut menetelmät ovat digestiomenetelmiä: yhdistettyjen näytteiden magneettisekoitinmenetelmä (vertailumenetelmä), sitä vastaava mekaanisesti avustettu yhdistettyjen näytteiden digestiomenetelmä (sakkautusmenetelmä), mekaanisesti avustettu yhdistettyjen näytteiden digestiomenetelmä (suodatineristysmenetelmä) sekä automaattinen digestiomenetelmä enintään 35 g:n painoisia yhdistettyjä näytteitä varten (EU 2015/1375). Magneettisekoitinmenetelmää suositellaan luotettavana rutiinimenetelmänä. Suomessa trikinellatutkimuksissa käytetään joko magneettisekoitinmenetelmää tai sitä vastaavaa Stomacher-menetelmää (Evira 2011).

Vertailevien tutkimusten mukaan (Forbes ym. 2003, Gajadhar ym. 2009) yhdistettyjen näytteiden digestiomenetelmät ovat etenkin matalan tason infektoissa tilastollisesti merkitsevästi sensitiivisempiä trikinellan osoittamismenetelmiä kuin trikinoskopia. Digestiomenetelmä (n=161) havaitsi yhden gramman suuruista lihanäytteestä trikinellaposiitiivisen lihan trikinoskopiaa (n=189) todennäköisemmin (OR 3,2; 95 %:n luottamusväli 2,0–5,4;  $p < 0,001$ ) (Forbes ym. 2003). Vaikka yleisesti ollaan yksimielisiä siitä, että digestiomääritys on paras trikinellojen osoittamismenetelmä, ei universaalisti hyväksyttyä digestiotestiohjelmaa markkinoiden ja elintarviketurvallisuuden tarpeisiin ole vielä olemassa (OIE 2012). EU:n alueella digestiotestien suorittamista ja niihin liittyviä vaatimuksia ohjaavat EU:n alueen yhteiset lait ja asetukset.

### 5.2.3. Serologiset testit

Serologisissa, eläimen immuunijärjestelmän toimintaa havainnoivissa (immunologisissa) testeissä tutkittavan eläimen seerumiverinäytteestä etsitään vasta-aineita, kuten anti-*Trichinella* IgG:tä, jota isännän immuunipuolustus muodostaa havaitessaan elimistössä trikinellan antigeenejä (Hill ym. 2007). Yksi trikinellan antigeeneistä on lihastoukkavaiheessa olevan trikinellan erittämä excretory-secretory- eli ES-antigeeni (Nagano ym. 2009). Serologisia testejä, joilla hevosten trikinellainfektioita on pyritty osoittamaan, ovat esimerkiksi entsyymivälitteinen immunosorbenttimääritys I. ELISA-testi ja immunofluoresenssi- I. IF-menetelmä (Yepez-Mulia ym. 1999, Liciardi ym. 2009). Hill ym. (2007) tutkivat kokeellisesti infektoidujen hevosten seeruminäytteitä

käyttämällä hevosen seerumille optimoitua *T. spiralis* -loisen ES-antigeeniä sisältävää ELISA-testiä. Hevosten veressä kiertävän vasta-aineen anti-*Trichinella* IgG:n pitoisuus lähti nousuun neljän viikon kuluttua tartunnan saamisesta ja saavutti huippunsa 6–10 viikon kuluttua (Hill ym. 2007). Verenkierrosta havaittavat vasta-aineet katosivat kolmesta kuuteen kuukauteen mennessä infektion alkamisesta, vaikka elinkykyisiä toukkia oli hevosten lihaksissa vielä 12 kuukauden jälkeen infektoimisesta (Hill ym. 2007). Samansuuntaisia vasta-ainetasojen muutoksia havaitsivat myös Liciardi ym. (2009), Yepez-Mulia ym. (1999) ja Gamble ym. (1996). Hevosten trikinellastatusta ei siten voida luotettavasti määrittää serologisilla menetelmillä (Yepez-Mulia ym. 1999, Murrell ym. 2004, Hill ym. 2007, Liciardi ym. 2009, OIE 2012).

## **6. TRIKINELLATUTKIMUKSIA SUORITTAVAT VIRANOMAIS-LABORATORIOT**

Trikinellatutkimuksiin valtuutettujen laboratorioiden on noudatettava toiminnassaan tiettyjä eurooppalaisia standardeja (EY 882/2004, elintarvikelaki 23/2006, MMMa 590/2014, VNa 152/2015, EU 2016/1843). Lisäksi laboratoriot arvioidaan ja akkreditoidaan standardien mukaisesti. Kyseiset standardit ovat EN ISO/IEC 17025 (testaus- ja kalibrointilaboratorioiden pätevyys), EN 45002 (testauslaboratorioiden arviointi) sekä EN 45003 (kalibrointi- ja testauslaboratorioiden akkreditointijärjestelmä) (EY 882/2004). Akkreditointivaatimusta ei kuitenkaan sovelleta täydellisesti sellaisiin trikinellatutkimuksia tekeviin laboratorioihin, jotka sijaitsevat teurastamon yhteydessä (Oivanen, henkilökohtainen tiedonanto). Suomessa elintarvikkeiden virallisia mikrobiologisia tutkimuksia saavat suorittaa Eviran hyväksymät laboratoriot (Evira 2010). Suomessa on tällä hetkellä 14 Eviran trikinellatutkimuksiin valtuuttamaa viranomaislaboratoriota (Evira 2016e).

### **6.1. Vertailunäytetutkimukset**

Euroopan unionin loisten vertailulaboratorio (European Union Reference Laboratory for Parasites/Istituto Superiore di Sanità) testaa jäsenmaiden kansallisten vertailulaboratorioiden (Suomessa Eviran Oulun toimipaikka) suorituskyvyn trikinellanäytteiden tutkimisessa yleisen valvonta-asetuksen eli komission asetuksen (EY) 882/2004 mukaisesti (EY 882/2004, Marucci ym. 2016). Digestiomenetelmää

käyttävien kansallisten vertailulaboratorioiden toimintaa arvioitiin vuosina 2007–2015 ja tulokset osoittivat, että kyseiset laboratoriot paransivat suorituskykyään (Marucci ym. 2016). Trikinellatutkimuksiin hyväksytyjen kansallisten vertailulaboratorioiden, jotka läpäisivät EU:n vertailulaboratorion vertailunäytetutkimuksen, määrä nousi vuoden 2007 83,3 %:sta 100 %:in vuonna 2014. Jotta laboratorio saa valtuuden tutkia virallisessa lihan tarkastuksessa otettuja lihanäytteitä trikinellan varalta, on sen läpäistävä kansallisen vertailulaboratorion (Suomessa Evira) järjestämä vertailunäytetutkimus (Marucci ym. 2016). Vertailunäytetutkimuksessa laboratorio analysoi raakoja lihanäytteitä, joihin on sisällytetty vaihteleva määrä trikinelloja. Tulosten perusteella kansallinen vertailulaboratorio nimeää laboratoriot, jotka saavat suorittaa virallisten näytteiden analyysin (EY 882/2004).

## **6.2. Laboratorioiden laadunvarmistusjärjestelmä**

Laadunvarmistusjärjestelmän avulla laboratorio varmentaa, että osoittamismenetelmät toimivat oikein ja tulokset ovat luotettavia (ICT 2007). ICT:n mukaan trikinellatutkimuksia suorittavien laboratorioiden tulee noudattaa ISO/IEC 17025 -standardiin perustuvaa laadunvarmistusjärjestelmää. Siihen kuuluvat esimerkiksi menetelmäspesifisten kriittisten toimintapisteiden määrittäminen (engl. *critical control points, CCP's*), analyttikkojen koulutus sekä vertailunäytetutkimusten hyväksyty suorittaminen (Forbes & Gajadhar 1999, ICT 2007). Laadunvarmistusjärjestelmiä ovat julkaisseet esimerkiksi ICT ja Kanadan elintarviketutkimuslaitos CFIA (Forbes & Gajadhar 1999, ICT 2007). EU:ssa laadunvarmistusjärjestelmään liittyvät vaatimukset on huomioitu jo lainsäädännössä: yleisessä valvonta-asetuksessa (EY) 882/2004 sekä komission täytäntöönpanoasetuksessa (EU) 2015/1375.

## **7. LIHAN KÄSITTELY TARTUNTAVAAARATTOMAKSI**

Trikinellapitoinen hevosenliha on mahdollista käsitellä tietyin menetelmin tartuntavaarattomaksi. Hevosenlihavälitteinen trikinellainfektio olisi helppoa estää kypsentämällä ravinnoksi tarkoitettu liha kauttaaltaan riittävän korkeassa lämpötilassa (Touratier 2001). Tartuntakykyiset toukkamuodot tuhoutuvat 62 °C kuumennuksessa, vaikka useimmiten suositellaan lihan kuumennusta 70 °C lämpötilaan (Evira 2010). ICT:n mukaan trikinellat voidaan inaktivoida lihasta kuumentamalla liha 71 °C (ICT 2007).

Trikinellat voidaan inaktivoida lihasta myös säteilyttämällä liha 0,3 kGy säteilyannoksella maissa, joissa ruoan säteilytys on sallittua (Gamble ym. 2000, ICT 2007). EU:ssa ja Suomessa säteilytys on sallittua vain kuivatuille mausteyrteille, mausteille ja maustekasveille (1999/3/EY, Evira 2016a) eikä lihan säteilytys siten ole sallittua EU:n jäsenmaissa.

Aikaisemmin ajateltiin, että pakastaminen tietyssä lämpötila-aikayhdistelmässä tuhoaa kaikki trikinellat (kirjassa Jokiranta 2013). Sitten pohjoisten leveysasteiden kotoperäiset trikinellalajit *T. nativa*, *T. britovi* ja genotyyppi T6 on todettu vastustuskykyisiksi pakastamiselle (Gamble ym. 2000, Pozio 2007a). *T. nativa* kestää hyvin ja *T. britovi* kohtalaisesti pakastusta (Evira 2010). Muilla trikinellalajeilla ei ole pakkasenkesto-ominaisuutta ollenkaan ja genotyypin T9 pakkasenkestävyydestä ei ole tietoa (Gamble ym. 2000, Pozio 2007a). Trikinellojen pakkasensietokykyyn vaikuttavat trikinellalajin lisäksi isäntäeläinlaji sekä infektion vaihe (Malakauskas & Kapel 2003). Hevosenlihaan tarttuvat trikinellalajit selviävät elossa jopa neljän viikon pakastamisesta (Kapel 2005). Pakastaminen ei siten ole vaihtoehto hevosenlihassa olevien trikinellojen tappamiseksi (Kapel 2005, EU 2015/1375).

### **7.1. Lihan valmistusmenetelmät, jotka eivät inaktivoi trikinellaa**

Kypsentäminen mikroaaltouunissa, säilöntä, kuivaaminen tai savustaminen eivät inaktivoi trikinelloja lihasta luotettavasti (Gamble ym. 2000). Myös ICT (2007) on todennut, että säilöntä- ja savustusmenetelmät eivät tuhoa trikinelloja lihasta luotettavasti, vaikka toukkia voidaan inaktivoida lihasta säätelemällä lihan vesiaktiivisuutta, suolapitoisuutta ja valmistuslämpötilaa.

## **8. IHMISTEN TRIKINELLOOSI**

Ihminen saa hevosenlihavälitteisen trikinelloosin syömällä raakaa tai alikypsennettyä, trikinellalla infektoitunutta hevosenlihaa (Pozio 2007a). Trikinelloosi ei tartu ihmisestä toiseen (CDC 2012). Varsinaista riskiryhmää trikinelloosille ei ole, mutta tarkastamatonta ja osittain kypsentämätöntä lihaa syövät henkilöt ovat alttiimpia muuhun väestöön verrattuna (Evira 2010). Kaikki trikinellalajit ja -genotyypit voivat aiheuttaa ihmiselle tartunnan (Gottstein ym. 2009). Tarkkaa infektioannosta ei tiedetä.

Geerts ym. (2002) toteavat katsauksessaan, että 100:n trikinellatoukan arvellaan olevan riittävä infektiomäärä aiheuttamaan ihmiselle kliininen trikinelloosi. Dupouy-Camet & Bruschi (2007) arvioivat FAO:n OIE:n ja WHO:n yhteisessä ohjekirjassa noin 70–150 toukkaa sisältävän infektiomäärän olevan minimimäärä ihmisen kliinisen trikinelloosin muodostumiselle. Tämä täyttyy esimerkiksi, kun ihminen syö 70–150 grammaa hevosenlihaa, joka sisältää vähintään yhden lpg:n infektiivisiä toukkia. Tartunnan inkubaatioaika vaihtelee yhdestä viikosta neljään viikkoon (Kociecka 2000, Dupouy-Camet ym. 2002, Dupouy-Camet & Bruschi 2007) ja keskimäärin oireet ilmenevät yhdeksän vuorokauden kuluttua altistuksesta (WHO 2008). Mitä lyhyempi inkubaatioaika, sitä vakavampi on taudinkuva (Dupouy-Camet ym. 2002).

Akuutti vaihe voidaan jakaa suolisto- ja parenteraali- eli lihasvaiheeseen. Suolistovaiheen patologia perustuu epiteelisoluihin tunkeutuviin toukkiin, mikä voi aiheuttaa isännälle maha-suolitulehduksen, johon liittyy vatsakipuja ja ripulia yleensä noin kahden vuorokauden kuluessa tartunnan saamisesta (Gottstein ym. 2009). Trikinellojen antigeenit aiheuttavat isännässä Th2-auttajasoluvälitteisen immuunireaktion, joka poistaa trikinellat suolistosta (Bruschi & Chiumiento 2012) aikaisintaan yhdestä kahteen viikon kuluttua suolistovaiheen alkamisesta (Pozio 2007a). Suoliston tulehdusmekanismi ei ole vielä tarkasti selvillä, mutta mastosolujen ja IgE-immunoglobuliinien uskotaan olevan tärkeässä roolissa (Suzuki ym. 2008). Suolistovaiheen kesto vaikuttaa välillisesti sitä seuraavan lihasvaiheen laajuuteen, sillä suolistovaiheen pitkittyessä lihaksia invasioi suhteellisesti suurempi loisukupolvi (Bruschi & Chiumiento 2011).

Lihaskivah vaihe alkaa yhdestä kuuteen viikon kuluttua tartunnasta (Jokiranta 2013). Syntymänsä jälkeen trikinellatoukat vaeltavat imusuonten kautta verisuoniin. Verisuonten kautta ne pääsevät poikkijuovaiseen lihaskudokseen (Pozio 2007a). Toukat tunkeutuvat aktiivisesti poikkijuovaisen lihaksen sisälle lyyttisten entsyymien ja piikkimäisen ulokkeensa (*stiletto apparatus*) avulla. Tämä aiheuttaa lihakseen mekaanisen vaurion, sitä seuraavan lihassolun regeneraatiopolun aktivoitumisen sekä Th2-auttajasoluvälitteisen eosinofiilisen tulehduksen (Bruschi & Chiumiento 2011, Wu



ym. 2013). Lihaskudoksen kudosaaurio syntyy trikinellan soluun tunkeutumisen mekaanisesta vaikutuksesta ja isännän omien tulehdussolujen tuottamien, trikinellaa vastaan suunnattujen, radikaalisten yhdisteiden (kuten happiradikaalien) vaikutuksesta. Lihasauriot aiheuttavat isännälle lihasheikkoutta ja -kipuja (Bruschi & Chiumiento 2011).

Akuutti vaihe alkaa useimmiten yleisellä huonovointisuudella, voimakkaalla pääkivulla ja kuumeen nousulla (Kociecka 2000, Dupouy-Camet ym. 2002, Dupouy-Camet & Bruschi 2007). Akuuttiin vaiheeseen liittyvät jatkuva kuume, kasvojen turvotus, lihaskivut ja lihasheikkous voivat kestää useita viikkoja (Kociecka 2000, Pozio ym. 2003). Näkyvät ensioireet heijastavat pikemminkin isännän immuunijärjestelmän reaktiivisuutta kuin tartunnan intensiteettiä (Kociecka 2000). Trikinelloosiin aiheuttama allerginen reaktio voi siten harhaanjohtaa taudin vakavuusasteen määrittelyssä eikä ole harvinaista, että alun perin vakavaksi määritelty trikinelloosi uudelleenmääritellään allergisten oireiden laennuttua alkuperäistä lievemmäksi muodoksi. Lihaksiin pyrkivät toukat voivat erehtyä kohdekudoksesta ja aiheuttaa tulehdusreaktiota myös sydämeen, keskushermostoon ja keuhkoihin. Toukkien asettuminen sairastuneen hengityslihaksiin voi johtaa hengityslihasten halvaantumiseen ja potilaan menehtymiseen (Taylor ym. 2007).

Tutkijat eivät ole yhtä mieltä siitä, onko krooninen trikinelloosi akuutista vaiheesta erillinen vaihe (Dupouy-Camet ym. 2002). Kroonisessa trikinelloosissa potilaat ovat infektoituneet trikinellalla kuukausia tai jopa vuosia aikaisemmin ja he kärsivät edelleen trikinelloosiin liittyvistä oireista, kuten lihaskivuista (Dupouy-Camet ym. 2002). Fröscher ym. (1988) otoksessa 19 potilaasta 15 koki kroonista lihaskipua vielä 2–42 vuoden jälkeen akuutista vaiheesta. Trikinellan tiedetään säilyneen ihmisen lihaksessa elinkykyisenä jopa 39 vuoden ajan (Fröscher ym. 1988).

Ihmisten trikinellatartunta voi olla kevyimmillään oireeton ja vakavimmillaan aiheuttaa kuolemaan johtavan syndrooman (Gottstein ym. 2009). Trikinelloosi luokitellaan oireiden perusteella lievään, kohtalaiseen tai vakavaan muotoon (Kociecka 2000,

Dupouy-Camet ym. 2002). Lievät ja kohtalaiset trikinelloosit voivat muistuttaa oireistoltaan influenssaa (Ancelle ym. 1998). Kohtalaisessa muodossa oireet ovat intensiteetiltään lievää muotoa vahvemmat ja sairastumiseen voi liittyä ohimeneviä komplikaatioita (Kociecka 2000). Vakavassa muodossa oireet ovat voimakkaat ja potilaalla ilmenee metabolisia häiriöitä, kuten hypoalbuminemiaa ja verenkierron häiriöitä ja/tai neurologisia komplikaatioita (Kociecka 2000).

Kliinisen taudin vakavuus vaihtelee infektion aiheuttaneen trikinellalajin, ihmisen ruoansulatuskanavaan lihan mukana päässeiden elävien L1-toukkien määrän, isännän alkuperämaan, sukupuolen, iän ja immuunistatuksen mukaan (Kociecka 2000, Bruschi & Murrell 2002, Jansen ym. 2008, Gottstein ym. 2009, Bruschi & Chiumiento 2011, Giessen van der ym. 2013). Esimerkiksi *T. britovi* -lajin naaraat tuottavat pienemmän toukkasukupolven kuin *T. spiralis* -lajin naaraat, minkä vuoksi *T. britovi* -lajilla infektoituneiden potilaiden oireet ovat yleensä lievemmät kuin *T. spiralis* -lajilla infektoituneilla potilailla (Pozio ym. 2003). *T. britovi* -infektioihin ei ole myöskään raportoitu liittyneen kuolemantapauksia (Pozio ym. 2003). Jansen ym. (2008) analysoivat vuosina 1996–2006 Saksassa raportoituja trikinellooseja (n=95) ja havaitsivat, että otoksen korkein insidenssi (Jansen ym. 2008 artikkelin kuvasta 2. arvioituna 0,275 sairastunutta/1 000 000 ihmistä) oli 20–29-vuotiaiden miesten keskuudessa (Jansen ym. 2008). Otoksesta 57 potilaan kansallisuus tiedettiin ja sen perusteella trikinelloosin korkein vuosittainen insidenssi oli maahanmuuttajien väestöryhmällä. Heistä useimmat olivat tulleet Saksaan entisen Jugoslavian (nykyinen Serbia) alueelta. Maahanmuuttajien väestöryhmässä insidenssi oli 26,0 (95 %:n luottamusväli 11,6–51,8) (Jansen ym. 2008).

### 8.1. Diagnosointi

Trikinelloosin diagnosoinnissa on suuri merkitys tiedolla epidemiologisista riskitekijöistä, sillä taudin oireet ovat usein epäspesifisiä (Dupouy-Camet ym. 2002). Diagnoosi perustuu potilaan kliiniseen kuvaan sekä anamneesiin, josta voi ilmetä trikinellariskin aiheuttavien lihatuotteiden syöminen (Jokiranta 2013). Trikinelloositapaus varmistetaan siten, että potilaalla on vähintään kaksi seuraavista kliinisen trikinelloosin oireista: kuume, ripuli, silmiä ympäröivä turvotus, lihaskivut tai

veren eosinofilia. Lisäksi potilaalta on löydyttävä oireita tukevia laboratoriolöydöksiä (toukkien osoittaminen lihanäytteestä, yksittäinen merkittävä vasta-aine tiitteri tai merkittävä nousu pariseerumissa) (Jansen ym. 2008). Toukkia voidaan löytää n. 0,2–0,5 gramman kokoisesta lihasbiopsiasta (*m. deltoideus* tai *m. gastrocnemius*), parhaiten neljännellä tartuntaviikolla (Dupouy-Camet ym. 2002, Jokiranta 2013) ja yleensä lihakseen asettunut trikinellatoukka on helppo havaita lihasbiopsiasta (Pozio 2007a). Useimmiten voimakkaana ilmenevä eosinofilia on havaittavissa noin kymmenen vuorokauden kuluttua tartunnasta (Jokiranta 2013). Kolmesta neljään viikon kuluttua tartunnasta potilaan vasta-ainepitoisuudet nousevat ja nousua voidaan nähdä myös veren lihasentsyymi- ja aminotransferaasipitoisuuksissa kudosisvaurion seurauksena. Trikinelloosipotilailla havaitut vasta-aineet ovat IgG ja IgE (Bruschi ym. 2001). Aikuisten matojen havaitseminen suolistosta tai ulostenäytteestä on harvinaista ja lihaksia kohti vaeltavia toukkia on hyvin vaikeaa havaita verestä (Pozio 2007a).

Aiemmin ensisijaisena serologisena testinä ihmisten trikinelloosiepäilyissä käytettiin ELISA-testiä, jossa antigeeninä oli trikinellan ES-tuote tai tyveloosi (Gamble ym. 2004). Nykyään ensisijaisena serologisena testinä suositellaan Western-blot -menetelmän käyttämistä (Gomés-Morales ym. 2012). Western-blot -menetelmä antaa ihmisten trikinellatartunnoissa 100 % sensitiivisen ja 100 % spesifisen tuloksen (Gomés-Morales ym. 2012). ELISA-testillä positiivisen tuloksen antanut ihmisten seerumi tulee varmistaa positiiviseksi siihen tarkoitetulla Western-blot -menetelmällä, sillä ELISA-testi antaa paljon virhepositiivisia tuloksia (Gomés-Morales ym. 2012).

## **8.2. Differentiaalidiagnoosit**

Trikinelloosille tyypillinen oire on silmiä ympäröivä turvotus l. periokulaarinen ödeema (Kociecka 2000, Dupouy-Camet & Bruschi 2007, Taylor ym. 2007). Jos potilaalla on havaittavissa silmiä ympäröivää turvotusta tai kasvojen turvotusta ja kuumetta, ovat trikinelloosin differentiaalidiagnooseja akuutti munuaiskerästentulehdus, seerumitauti, allerginen reaktio, iho- ja lihastulehdus (Kociecka 2000). Intensiivisessä päänsäryssä ja niskajäykkyydessä, johon liittyy sekavuus tai ylikihtyneisyys, differentiaalidiagnooseihin tulisi harkita aivokalvontulehdus, keskushermostosairaus ja hermojärjestelmän infektio (Kociecka 2000). Jos potilas sairastaa oireiltaan epätyypillistä trikinelloosia, mutta

hänellä on kuumetta ja eosinofiliaa, on poissuljettava suolinkaistartunta (l. *Toxocara canis* -infektio) ja maksamatotartunta (l. *Fasciola hepatica* -infektio) (Kociecka 2000).

### **8.3. Hoito ja ennuste**

Trikinelloihin tehoavien loishäätölääkkeiden anto ennen toukkien vaellus- ja lihasvaihetta vähentää huomattavasti suolistossa olevien loisten määrää ja rajoittaa siten lihaksiin asettuvien toukkien määrää (Kociecka 2000). Hoito tulee aloittaa jo vahvan kliinisen epäilyn pohjalta (Jokiranta 2013). Akuuttivaiheessa hoitona on loishäätölääkitys, tulehduskipulääkitys, lepo ja tarvittaessa kortisoni (Jokiranta 2013). Kortisonina voidaan käyttää prednisolonia 30–60 mg/vrk 10–14 vuorokauden ajan (Dupouy-Camet & Bruschi 2007). Glukokortikoidien käyttö vakavasti sairastuneilla potilailla on välttämätöntä, sillä se vähentää allergisen reaktion oireita ja lyhentää oireiden kestoa (Kociecka 2000). Loishäätölääkitys tulee antaa sairastuneelle jo tartunnan suolistovaiheessa eli alle yhden viikon kuluttua tartunnan saamisesta, jotta voidaan eliminoida suolistossa olevat trikinellat ja estää tartunnan eteneminen lihasvaiheeseen (Dupouy-Camet ym. 2002). Aikuisille potilaille annetaan albendatsolia 15 mg/kg/vrk kahteen annostelukertaan jaettuna 10–15 vuorokauden ajan (Dupouy-Camet & Bruschi 2007). Vakavaan trikinelloosiin sairastuneiden potilaiden hoito voi vaatia jatkuvaa tarkkailua sairaalassa (Dupouy-Camet ym. 1994). Vaikeisiin infektoihin liittyy lisääntyntä kuolleisuutta ja tehohoito voi olla perusteltua (Jokiranta 2013). Trikinelloosipotilaiden kuolleisuus on n. 0,0006–0,2 % (Pozio 2007a, Murrell & Pozio 2011). Suomessa lääkäriellä ei ole ilmoitusvelvollisuutta potilaan trikinelloosista, mutta positiivisen löydöksen tehnyt laboratorio on ilmoitusvelvollinen Terveystieteiden ja hyvinvoinnin laitokselle (Evira 2010).

## **9. IHMISTEN RAPORTOIDUT HEVOSENLIHAVÄLITTEISET TRIKINELLOOSIEPIDEMIA EUROOPAN UNIONISSA**

Hevosensihavälitteisiä trikinellooseja raportoitiin vuosina 1975–2005 yhteensä 3 334 tapausta 15 eri epidemiassa (Pozio 2015). Kaikkiaan Euroopassa raportoitiin ihmisten trikinelloositapauksia vuosina 1975–2014 yhteensä 3 443 tapausta, mikä tekee hevosensihavälitteisten trikinelloosien osuudeksi 96,8 % kaikista trikinelloositapauksista (Pozio 2015). Hevosensihavälitteiset trikinelloosiepidemiat ovat raporttien mukaan

puhjenneet Ranskassa (8 epidemiaa, 2 296 sairastapausta) ja Italiassa (seitsemän epidemiaa, 1 038 sairastapausta) (Boireau ym. 2000, Pozio 2007a), vaikka kertaakaan epidemian aiheuttanut hevonen ei ole epidemiologisten tutkimusten mukaan ollut ranskalaista tai italialaista alkuperää (Ancelle 1998, Liciardi ym. 2009). Noin kolmannes vuosien 1975-2000 trikinelloosiepidemioiden potilaista sairastui syötyään hevosenlihaa, joka oli peräisin entisen Jugoslavian (nyk. Serbia) alueelta (Djordjevic ym. 2003). Epidemiologinen tapaus-verrokkitutkimus suoritettiin tiettävästi viidessä epidemiassa 12:sta (Ancelle 1998). Kolmesta epidemiasta ei kirjallisuudesta löytynyt tietoa tapaus-verrokkitutkimuksen suorittamisen suhteen. Hevosenlihavälitteisten epidemioiden jatkuessa epidemioiden selvitystyö ja sairastuneiden hoito kehittyivät, etenkin vuoden 1985 epidemioiden seurauksena (Dupouy-Camet ym. 1994). Taulukossa 1. esitetään vuosina 1975–2008 EU:ssa raportoidut trikinellaposiitiviset hevoset. Trikinelloosiepidemian ilmetessä viranomaiseläinlääkärit tutkivat yleensä tuhansia näytteitä teurastamoissa edelleen olevista ruhoista (Dupouy-Camet ym. 1994). Lihantarkastuksen kyvyttömyyttä estää epidemioita on selitetty tutkittavan näytepalan liian pienellä koolla, ammatillisilla virheillä ja petoksilla sekä hevosenlihassa olevien trikinellojen osoittamismenetelmien laadunvarmistuksen puutteella (Forbes & Gajadhar 1999). Viisi viimeisintä epidemiaa johtui Pozion (2007a) mukaan riittämättömästä lihentarkastuksesta teurastamoilla. Pozio (2000) kuvaa neljää epidemiaa ja toteaa, että niistä kolmessa valvontamenettelyssä oli puutteita ja yhdelle Ranskaan maahantuodulle hevoselle ei ollut tehty lihentarkastusta teurastuksen yhteydessä.

Taulukko 1. Vuosina 1975–2008 raportoidut *Trichinella*-suvun loisilla infektoiduneet hevoset, jotka aiheuttivat epidemioita EU:ssa tai jotka tunnistettiin EU:n alueella suoritetussa lihantarkastuksessa trikinellaposiitiviksi. Muunneltu Liciardin ym. (2009) taulukosta 1. e.m. = ei määritetty, a = kaksi sairastuneista menehtyi, b = kolme sairastuneista menehtyi, c = kaksi hevosta, d = sekainfektio, lpg = toukkaa grammassa poikkijuovaista lihasta, Jugoslavia = nykyinen Serbian alue

Vuosi	Hevosien lähtömaa	Teurastusmaa	Sairastuneita ihmisiä (kpl/maa)	lpg (tutkittu lihasryhmä)	<i>Trichinella</i> -laji
1975	Jugoslavia	Italia	89/Italia	e.m.	<i>T. britovi</i>
1975	Itä-Eurooppa	Ranska	125/Ranska	e.m.	e.m.
1984	Jugoslavia	Italia	13/Italia	e.m.	e.m.
1985	Yhdysvallat	Yhdysvallat	431 <sup>a</sup> /Ranska	e.m.	<i>T. murrelli</i>
1985	Puola	Ranska	642 <sup>b</sup> /Ranska	e.m.	<i>T. spiralis</i>
1986	Jugoslavia	Italia	300/Italia	e.m.	<i>T. britovi</i>
1988	Puola	Italia	–	0,02 (olkalihas)	e.m.
1989	Jugoslavia	Italia	–	0,26 (pallea)	e.m.
1990	Itä-Eurooppa	Italia	500/Italia	e.m.	<i>T. spiralis</i>
1991	Yhdysvallat	Yhdysvallat	21/Ranska	e.m.	e.m.
1993	Kanada	Kanada	538/Ranska	e.m.	<i>T. spiralis</i>
1994	Meksiko	Meksiko	7/Ranska	e.m.	<i>T. spiralis</i>
1996	Puola	Ranska	–	0,01; 0,02 (kieli) <sup>c</sup>	e.m.
1996	Romania	Italia	–	11 (kieli)	<i>T. spiralis</i>
1998	Serbia	Ranska	128/Ranska	e.m.	<i>T. spiralis</i>
1998	Puola	Italia	93/Italia	256 (pallea)	<i>T. spiralis</i>
1998	Serbia	Ranska	404/Ranska	e.m.	<i>T. spiralis</i>
1998	Serbia	Italia	–	615 (kieli)	<i>T. spiralis</i>
1999	Puola	Ranska	–	433 (kieli)	<i>T. spiralis</i>
2000	Romania/Puola	Italia	36/Italia	e.m.	<i>T. spiralis</i>
2001	Serbia	Ranska	–	486 (kieli)	<i>T. spiralis</i>
2001	Romania	Italia	–	12,5 (pallea)	<i>T. spiralis</i>
2003	Serbia	Italia	–	2,1 (pallea)	<i>T. spiralis</i>
2005	Itä-Eurooppa	Italia	7/Italia	e.m.	<i>T. britovi</i>
2008	Puola	Italia	–	0,7 (kieli)	<i>T. britovi</i> ja <i>T. spiralis</i> x <sup>d</sup>

## 9.1. Epidemiat

**1975 EPIDEMIA 1:** 1975 loka–marraskuussa Italian Bagnolossa 89 ihmistä sairastui trikinelloosiin syötyään hevosenlihaa (Mantovani ym. 1980, Ancelle 1998, Liciardi ym. 2009). 11 potilaan tila vaati sairaalahoitoa (Marazza 1987). Todennäköisesti entisen Jugoslavian (nyk. Serbia) (tai mahdollisesti, mutta vähemmän todennäköisesti Puolan) alueelta peräisin ollut trikinellaposiitivinen hevonen tuotiin Italiaan ja teurastettiin Italiassa (Mantovani ym. 1980). Epäiltyä hevosenlihaa ei saatu tutkittavaksi, mutta sitä oli syötetty kotikissoille (n=4), jotka eivät missään tilanteessa päässeet ulkoilemaan tai saalistamaan (Mantovani ym. 1980). Kissoista aikuisilla yksilöillä (n=3) todettiin Mantovani ym. (1980) mukaan *T. nelsoni* -lajin trikinellainfektiio. Liciardi ym. (2009) kirjoittavat kuitenkin, että hevosen olisi todettu infektoituneen *T. britovi* -lajilla eikä *T. nelsoni* -lajilla (Liciardi ym. 2009). Epidemian lähteenä olleen hevosenlihan toukkatiheys ei ole tiedossa (Liciardi ym. 2009), mutta sairastuneiden oireiden perusteella infektiotason epäillään olleen matala (Mantovani ym. 1980).

Epidemian selvitystyössä poissuljettiin ensin tavanomaisin trikinellainfektion lähde, infektoitunut sianliha, minkä jälkeen tutkijat ryhtyivät etsimään infektiolähdettä epätavanomaisista ruokälähteistä (Mantovani ym. 1980). Sairastuneiden yhteyttä hevosenlihaan ryhdyttiin epäilemään, kun havaittiin, että suurin osa potilaista oli altistunut samasta myyntipisteestä ostetulle hevosenlihalle (Mantovani ym. 1980, Ancelle 1998). Asiantuntijat suhtautuivat epidemiaan silti skeptisesti, eivätkä terveysviranomaiset reagoineet siihen (Ancelle ym. 1998). Tämä saattoi johtua siitä, että Italian Bolognan alueen teurastamoiden tuontihevosista (n=27 069) ei vuosina 1976–1983 löydetty tutkimuksista huolimatta yhtään trikinellaposiitivista hevosta (Mantovani ym. 1980, Marazza 1987).

**1975 EPIDEMIA 2:** Itä-Euroopasta lähtöisin ollut hevonen teurastettiin Ranskassa vuoden 1975 lopulla (Ancelle 1998). Epidemiologisten tutkimusten perusteella kyseisen hevosen liha aiheutti Ranskassa 125 ihmisen trikinelloosin vuodenvaihteessa 1975–1976 (Bourée ym. 1979, Ancelle 1998, Liciardi ym. 2009). Kaikki potilaat olivat altistuneet samalle hevosenruholle eikä mistään muusta potilaiden hiljattain syömästä lihasta

löytynyt trikinelloja. Kaikki kyseisestä hevosesta peräisin ollut hevosenliha oli syöty ennen tutkimusten alkua, joten lihaa ei jäänyt tutkittavaksi. Hevosenlihassa olleiden trikinellatoukkien lajia ei siten määritetty eikä toukkien tiheyttä lihassa tiedetä (Liciardi ym. 2009). Epidemiaraportti julkaistiin 1976 vuoden alussa eikä siitä seurannut ehkäiseviä toimenpiteitä. Vuoden 1978 maailman loistautikongressissa kylläkin keskusteltiin Pariisin ja Bagnolon epidemioista (Mantovani ym. 1980). WHO:n zoonoottisten loistautien asiantuntijakomitea julkaisi asiasta tiedotteen vuonna 1979 (Mantovani ym. 1980). Kansainvälisen trikinelloosikomitean puheenjohtaja Z. Pawlowski piti mahdollisena tutkijoiden hypoteesiä, että Italian 1975 ja Pariisin vuoden 1976 epidemiat aiheuttaneet hevoset olisivat syöneet trikinellaposiitivista hiirtä tai rottaa (Mantovani ym. 1980).

**1984 EPIDEMIA 3:** Entisestä Jugoslaviasta (nyk. Serbia) elävänä Italiaan tuotu hevonen teurastettiin Italiassa (Parravicini ym. 1986). Hevosenlihan lihantarkastuksessa ei Italiassa toteutettu tuohon aikaan trikinellavalvontaa (Parravicini ym. 1986). Hevonen oli todennäköisesti lähtöisin entisestä Jugoslaviasta tai Puolasta (Marazza 1987). Kyseisen hevosen liha sairastutti Italiassa Varesen alueella 13 ihmistä trikinelloosiin (Liciardi ym. 2009). Heistä 10 tarvitsi sairaalahoitoa (Marazza 1987). Parravicini ym. (1986) mukaan vain 11 tapausta varmistettiin. Hevosenlihassa ollutta trikinellalajia tai lihan trikinellapitoisuutta ei tiedetä (Liciardi ym. 2009). Kaikki sairastuneet olivat syöneet raakaa tai heikosti kypsennettyä hevosenlihaa, joka oli ostettu samalta lihakauppiaalta (Parravicini ym. 1986).

**1985 EPIDEMIA 4:** Yhdysvalloissa teurastetun ja sieltä Ranskaan lennätetyn hevosen ruho sairastutti Ranskassa 431 ihmistä trikinelloosiin elokuussa 1985 (Ancelle ym. 1988, Ancelle 1998, Liciardi ym. 2009). Taudin keskimääräinen inkubaatioaika oli kolme viikkoa (Ancelle ym. 1988). Kaksi infektoituneen hevosenruhon puolikasta oli myyty yksittäisille lihakauppiaille, joiden asiakkaat sairastuivat (Ancelle 1998). Hevosenlihassa oli *T. murrelli* -lajin aiheuttama trikinellainfektio, mutta infektion voimakkuutta ei tiedetä (Liciardi ym. 2009). Epidemiologinen tapaus-verrokkitutkimus todisti hevosenlihan epidemian aiheuttajaksi, vaikka lihaa ei voitu tutkia parasitologisesti (Ancelle 1998).



Suuri osa potilaista sairasti trikinelloosin vakavaa muotoa, johon liittyi neurologisia komplikaatioita (Ancelle ym. 1998). Kaksi sairastuneista menehtyi epidemiassa (Pozio ym. 2001, Liciardi ym. 2009). Epidemia herätti vain vähän huomiota tiedeyhteisössä (Ancelle 1998).

**1985 EPIDEMIA 5:** Puolalaista alkuperää ollut trikinellaposiitivinen hevonen teurastettiin Länsi-Saksassa ja ruho kuljetettiin Ranskaan (Ancelle 1998). Lokakuussa 1985 Ranskassa sairastui 642 ihmistä trikinelloosiin syötyään ruhosta peräisin ollutta lihaa (Liciardi ym. 2009). Taudin keskimääräinen inkubaatioaika oli kaksi viikkoa (Ancelle ym. 1988). Epidemia johti kolmen ihmisen kuolemaan (Pozio ym. 2001, Liciardi ym. 2009). Liha oli infektoitunut *T. spiralis* -lajin trikinelloilla, mutta toukkien tiheyttä lihassa ei tiedetä (Liciardi ym. 2009). Tämän epidemian seurauksena syntyi laaja lehdistökampanja sekä oikeustoimia kuluttajien, vähittäiskauppioiden, maahantuojien ja tukkukauppioiden välillä (Ancelle 1998). Lokakuussa 1985 Ranskan terveysviranomaiset vaativat, että kaikki Ranskaan tuotavat ja Ranskassa teurastetut hevosenruhot on tutkittava loisen varalta. Pian tämän jälkeen Euroopan komissio päätti, että sikojen kansainvälisiä trikinellatarkastuksia koskevat direktiivit 64/443/EY ja 77/96/ETY laajennetaan koskemaan myös hevosenlihan lihintarkastusta (Ancelle 1998). Lihantarkastuksessa kontrolloidut trikinellanegeatiiviset hevosenruhot tultaisiin jatkossa merkitsemään leimalla (Ancelle 1998). Näiden toimenpiteiden oletettiin estävän uudet hevosenlihavälitteiset epidemiat, sillä sianlihan välityksellä tarttuvan trikinelloosin estäminen vastaavilla menetelmillä oli ollut menestystarina Länsi-Euroopassa (Ancelle 1998, Murrell ym. 2004).

**1986 EPIDEMIA 6:** Entisestä Jugoslaviasta (nyk. Serbia) tai Puolasta lähtöisin ollut hevonen teurastettiin Italiassa 19.8.1986 (Pozio ym. 1987, Liciardi ym. 2009). Hevosen liha sairastutti Italiassa 300 ihmistä trikinelloosiin (Ancelle 1998, Liciardi ym. 2009). Kaikki sairastuneet olivat syöneet raakaa hevosenlihaa, joka oli ostettu samalta lihakauppiaalta 22.–25.8.1986 (Pozio ym. 1987). Epidemian aiheuttanut hevonen oli osa 50 hevosen erää, joista 28 oli lähtöisin entisen Jugoslavian alueelta ja 22 Puolasta. 15.9.1986–5.10.1986 useat perhelääkärit tutkivat epätavallisin oirein sairastuneita

ihmisiä pääsemättä diagnoosiin, kunnes yksi lääkäreistä muisti lukeneensa Ranskassa vuonna 1985 tapahtuneesta epidemiasta ja trikinellaa ryhdyttiin epäilemään sairastumisten aiheuttajaksi. Kahdeksan vakavasti sairastuneen tila vaati sairaalahoitoa. Kolmelta potilaalta otettiin lihasbiopsiat, jotka todettiin trikinellaposiitivisiksi (Pozio ym. 1987). Yhdestä biopsiasta osoitettiin Pozion ym. (1987) mukaan *Trichinella nelsoni* -laji laboratoriorottaan siirron ja isoentsyymaattisen genotyyppityksen avulla. Saadun lajitiedon perusteella hevosen alkuperän uskottiin tuolloin olevan pikemmin entinen Jugoslavia kuin Puola. Uudemman tiedon mukaan hevonen oli kuitenkin infektoitunut *T. britovi* -lajilla eikä *T. nelsoni* -lajilla (Liciardi ym. 2009). Infektion voimakkuutta ei ole tiedossa. Hevosella epäillään olleen matalan tason trikinellainfektio perustuen siihen, että osa sairastuneista oli syönyt jopa 500 g raakaa lihaa saamatta vakavia klinisiä oireita.

**1990 EPIDEMIA 7:** Yli 500 ihmistä sairastui trikinelloosiin Italian Barletassa, jossa raa'an hevosenlihan kulutus oli kyseisinä aikoina suurta (Pozio ym. 1998a). Sairastuneita yhdisti tuoremakkaran syöminen (Pozio 1991). Tuoremakkara sisälsi hevosenlihan lisäksi sianrasvaa eikä voitu poissulkea, oliko sianrasvan mukana sianlihan paloja. Epidemian hevosenlihävälitteisyys on siten kyseenalainen (Pozio 1991). Vaikka Barletan teurastamolta löydettiin yksi trikinellaposiitivinen hevonen, sitä ei voitu linkittää ajallisesti epidemiaan. Ristiriitaisesti Liciardi ym. (2009) toteavat, että Itä-Euroopasta peräisin ollut hevonen todellakin toimi infektiolähteenä sairastuttaen Italiassa yli 500 ihmistä ja että kyseisessä hevosessa olisi todettu *T. spiralis* -lajin infektio (Liciardi ym. 2009), vaikka näin ei Pozion (1991) mukaan ollut. Myös Ancelle (1998) toteaa artikkelissaan, että ”Ensimmäistä kertaa epidemian aiheuttaneen hevosen lihasta eristettiin trikinellatoukkia, mutta lajia ei saatu tyyppitettyä eikä kantaa säilytetty”, vaikka näin ei todeta Ancellen (1998) viittaamassa lähteessä (Ancelle 1998, Pozio ym. 1998a). Pozio (1991) korostaa, ettei tuoremakkarakasta saatu erotettua ja tutkittua epidemiaa aiheuttaneen eläinlajin lihaa.

**1991 EPIDEMIA 8:** Yhdysvalloissa teurastetusta hevosesta peräisin ollut hevosenliha sairastutti Ranskan Auvergnassa 23 ihmistä trikinelloosiin (Laurichesse ym. 1997).

Liciardi ym. (2009) sekä Ancelle (1998) tosin ilmoittavat potilastapausten määräksi vain 21 sairastunutta. Tämä epidemia herätti kysymyksiä tunnistettujen potilastapausten määrän suhteen (Ancelle 1998), sillä epäilystä ruhosta peräisin ollutta hevosenlihaa oli myyty eri puolille maata ja kuitenkin sairastapauksia ilmeni vain yhden provinssin alueella (Laurichesse ym. 1997). Ilman vakavia trikinelloositapauksia epidemia olisi voinut jäädä huomaamatta samaan aikaan ilmenneen influenssaepidemian vuoksi (Ancelle 1998). Lihan sisältämää trikinellalajia tai toukkien tiheyttä lihaksissa ei tiedetä (Liciardi ym. 2009), mutta yhden sairastuneen perheen pakastimessa olleessa hevosenlihassa todettiin *Trichinella*-suvun toukka (Laurichesse ym. 1997). Tapaus-verrokkitutkimuksen mukaan hevosenlihan syömisellä ja akuutilla trikinelloosilla oli tilastollisesti merkitsevä yhteys (Laurichesse ym. 1997). Sairastuneet olivat syöneet hevosenlihan raakana tai heikosti kypsennettynä useammin verrattuna kontrolliryhmään (OR 19,8; 95 %:n luottamusväli 2–274;  $p < 0,01$ ).

**1993 EPIDEMIA 9:** Kanadalaisesta teurastamosta lähetettiin ranskalaiselle tukkukappialle tuore hevosenruho, jonka Kanadan viranomaiset olivat todenneet Kanadassa suoritettun lihantarkastuksen perusteella trikinellanegeatiiviseksi, mutta joka olikin trikinellaposiitiivinen (Dupouy-Camet ym. 1994, Ancelle ym. 1998). Ruho sairastutti vuoden 1993 marraskuussa Ranskassa yhteensä 538 ihmistä trikinelloosiin yhdeksässä eri epidemiakeskittymässä. Kanadan viranomaisten selvitystyö ei löytänyt syytä lihantarkastuksessa suoritettun trikinellatarkastuksen epäonnistumiselle eikä hevosenruhoa saatu jäljitettyä tilatasolle. Teurastamoiden lihantarkastuksessa käytettyjen trikinellojen osoittamismenetelmien herkkyys ja näytepalan minimikoko (yksi gramma) kyseenalaistettiin (Ancelle 1998). Dupouy-Camet ym (1994) toteavat: ”ottaen huomioon *T. spiralis* -naaraan teoreettisen lisääntymiskyvyn, ihmisten lihanäytteistä löydettyjen toukkien määrän ja kulutetun lihan määrän, epidemian aiheuttaneen hevosen toukkamäärä on voinut olla niinkin matala kuin kaksi lpg. Trikinoskopian epätarkkuuden ja digestiomenetelmän pienen näytekoon huomioon ottaen suuruudeltaan kahden lpg:n tai sitä heikomman infektion löytäminen hevosenlihasta on näissä olosuhteissa epätodennäköistä”.

Hevosenlihavälitteisyys todistettiin tapaus-verrokkitutkimuksilla ja hevosenlihaa syöneillä potilailla oli 80,7 kertaa suurempi paine sairastua (OR 80,7; 95 %:n luottamusväli 11–580) kuin niillä, jotka eivät olleet syöneet hevosenlihaa (Ancelle ym. 1998). Sairastumisriski kasvoi, kun syödyn hevosenlihan määrä kasvoi ja kun se syötiin raakana (Ancelle ym. 1998). Sairastuneet olivat syöneet keskimäärin 150 grammaa hevosenlihaa (Dupouy-Camet ym. 1994). Epidemian aiheuttajaksi tyypitettiin potilaiden lihasbiopsioista *T. spiralis* (Ancelle ym. 1998). Epidemian aiheuttanutta hevosenlihaa ei saatu tutkittavaksi sairauden pitkän inkubaatioajan vuoksi (Dupouy-Camet ym. 1994, Ancelle ym. 1998).

**1994 EPIDEMIA 10:** Meksikossa teurastettu ja Belgian kautta Ranskaan maahantuotu hevosenruhon neljännes sairastutti Ranskassa seitsemän ihmistä (Ancelle 1998). Ruhosta peräisin ollut hevosenliha oli infektoitunut *T. spiralis* -loisella. Lihan infektiotaso ei ole tiedossa (Liciardi ym. 2009). Lihaa ei saatu tutkittavaksi trikinelloosin pitkän inkubaatioajan vuoksi (Dupouy-Camet ym. 1994, Ancelle ym. 1998). Samana vuonna meksikolaisesta teurastamosta tutkittiin 80 teurashevosen pallealihas trikinellan varalta (Arriaga ym. 1995). Näistä neljä todettiin *T. spiralis* -positiivisiksi. Euroopan yhteisön eläinlääkinnällisten asiantuntijoiden komissio suosittelee näytepalan kasvattamista viiden gramman kokoiseksi per ruho (Ancelle 1998).

**1998 EPIDEMIA 11:** Italiassa teurastettiin tammikuun lopulla vuonna 1998 Puolasta tulleita hevosia (n=27) ja ruhoille suoritettiin rutiininomainen lihantarkastus trikinellatutkimuksineen (Pozio ym. 1998b). Trikinellatutkimuksissa yhden ruhon havaittiin olevan trikinellapositiivinen. Hevosen ruhon infektiotaso pallealihaksessa oli 256 lpg, viitaten voimakkaaseen infektiin (Liciardi ym. 2009). Ruhosta otettiin lisänäytteitä ja havaittiin, että kyseisen hevosenruhon päästä otetut näytteet olivat trikinellanegatiivisia (Pozio ym. 1998b). Tämän vuoksi näytteiden ottajat epäilivät, että infektoituneelle ruholle todellisuudessa kuulunut pää olisi vaihtunut teurastamolla. Teurastamon eläinlääkäreitä varoitettiin asiasta, mutta he eivät suhtautuneet asiaan vakavasti. Kaikki hevosenruhot ja kyseisten hevosten päät päästettiin markkinoille, pois lukien tämä yksi trikinellapositiivinen ruho ja yksi trikinellanegatiivinen pää. Puolan

viranomaisiin otettiin välittömästi yhteyttä, tarkoituksena tunnistaa hevosen kasvatustila ja selvittää, miten hevonen oli saanut infektion (Pozio ym. 1998b). Hevosen virallisissa dokumenteissa ilmoitettu tilan omistajan nimi oli kuitenkin tuntematon alueella, josta hevosen väitettiin olleen peräisin.

Puolivälissä helmikuuta 1998 Italian Piancenzassa alkoi ilmetä trikinelloositapauksia (Pozio ym. 1998b). *T. spiralis* -loisella infektoituneen hevosenliha sairastutti yhteensä 92 ihmistä trikinelloosiin. Epidemiologisten tutkimukset osoittivat, että edellä mainitusta Puolasta tuodusta hevoserästä oli toimitettu neljä hevosenpäästä lihakauppiaille. Lihakauppias oli jauhanut kyseisestä hevosenlihaerästä jauhelihaa ja kaikki sairastuneet olivat syöneet sitä raakana.

**1998 EPIDEMIA 12:** Maaliskuussa 1998 Ranskassa Midi-Pyrénées -nimisellä hallintoalueella 128 ihmistä sairastui trikinelloosiin (Haeghebaert ym. 1998). Sairastapausten ilmenemisen jälkeen suoritettiin kuvaileva tutkimus ja siihen pohjautuva tapaus-verrokkitutkimus. Varmistetuilla tapauksilla (n=79) oli kuumetta yli 38°C, lihaskipuja tai kasvojen turvotusta sekä trikinellaposiitivinen serologia tai lihasbiopsia. Todennäköisillä tapauksilla (n=32) oli vähintään kolme seuraavista: kuumetta, lihaskipuja, kasvojen turvotusta tai hypereosinofiliaa (veren eosinofiilien arvo yli 1000/mm<sup>3</sup>). Epäillyillä tapauksilla (n=17) oli pelkkää hypereosinofiliaa tai hypereosinofiliaa yhdessä kuumeen tai lihaskipujen kanssa. Kuusi potilasta sai loishäätölääkityksen sairaalassa ja yhtään vakavaa trikinelloosia ei raportoitu. Tapaus-verrokkitutkimuksen perusteella trikinelloosiriski oli merkitsevästi suurempi hevosenlihaa syöneillä kuin niillä, jotka eivät olleet syöneet hevosenlihaa (OR 14; 95 %:n luottamusväli 3,1–82,5; p<0,01). Muiden tutkimuksessa huomioitujen lihojen (sian, villisian, naudan, lampaan, karitsan tai muun eläimen lihan) syöminen ei aiheuttanut tilastollisesti merkitsevää eroa tapausten ja verrokkien välillä.

Yhden trikinelloosiin sairastuneen potilaan kotipakastimessa olleen lihan todettiin sisältävän *T. spiralis* -lajin toukkia (Haeghebaert ym. 1998). Hevosenlihan infektiotaso oli matala, alle yksi toukka viidessä grammassa hevosenlihaa. Hevosenliha jäljitettiin

kuuluvaksi hevoserään, joka oli tuotu Ranskaan entisestä Jugoslaviasta (nyk. Serbia) ja teurastettu Ranskassa tammikuussa 1998. Epidemian seurauksena ajateltiin, etteivät sen hetkiset trikinellojen vastustuskeinot olleet riittävät ja että hevosenlihan lihan tarkastuksen toimivuutta tulisi tehostaa, etenkin Itä-Euroopasta tuotujen hevosten osalta (Haeghebaert ym. 1998).

**1998 EPIDEMIA 13:** Ranskan Midi-Pyrénées -alueella ilmeni 11 trikinelloositapausta lokakuussa 1998 (Hemery & Haeghebaert 1999). Epidemiologisten tutkimusten avulla todettujen sairastapausten määrä nousi 404 tapaukseen. 37 potilaan tila vaati sairaalahoitoa ja yksi sairastunut kärsi neurologisista komplikaatioista. Kaikki sairastuneet olivat syöneet samasta hevosenruhosta peräisin ollutta lihaa. Hevonen tunnistettiin kuuluvaksi osaksi entisen Jugoslavian (nyk. Serbia) alueelta tuotua hevoserää, joka teurastettiin Ranskassa. Potilaiden ostamasta hevosenlihasta osoitettiin *T. spiralis* -lajin trikinella ja toukkien tiheys oli 9–27 lpg. Ranskassa suoritettiin tuolloin rutiinisti trikinellatarkastus osana lihan tarkastusta. Hemery & Haeghebaert (1999) toteavat sen hetkisten trikinellojen vastustusmenetelmien olleen riittämättömät.

**2000 EPIDEMIA 14:** Romaniasta tai Puolasta tuodun hevosen liha sairastutti Italiassa 36 ihmistä (Liciardi ym. 2009). *T. spiralis* -loisella infektoidun hevosen infektion tasoa ei ole tiedossa. Hevosen teurastusmaasta ei löytynyt tietoa kirjallisuudesta.

**2005 EPIDEMIA 15:** Hevosen liha sairastutti seitsemän ihmistä trikinelloosiin Pohjois-Italiassa vuoden 2005 lokakuussa (Dupouy-Camet 2006). Hevonen oli peräisin Itä-Euroopasta (Liciardi ym. 2009). Hevosenliha oli infektoidunut *T. britovi* -loisella. Hevosen infektiotasoa ei ole tiedossa. Hevosen teurastusmaasta ei löytynyt tietoa kirjallisuudesta.

## 9.2. Hevosten trikinellainfektoiden insidenssi

Euroopassa on aikavälillä 1975–1998 arvioitu olleen miljoonan teurashevosen joukossa 3,6 trikinellaposiitivista hevosta (Pozio 2000). 2000-luvun taitteessa diagnostisten menetelmien kehittymisen ansiosta lihan tarkastuksessa on havaittu aiempaa suurempia määriä trikinellaposiitivisia hevosia. Tämän seurauksena insidenssin on todettu olevan

yli kaksinkertainen: kahdeksan trikinellaposiitivista ruhoa miljoonan teurashevosen joukossa (Pozio ym. 2002). Teurashevosten matalaa trikinellainsidenssiä tukee vuosina 2001–2004 Romaniassa suoritettu tutkimus, jossa 25 838 teurashevosta tutkittiin ilman yhtään positiivista löydöstä (Blaga ym. 2009). Vaikka teurashevosten trikinellatestaukset eivät ole epidemiologisesti kovin kattavia edustaessaan vain pientä osaa koko maailman hevospopulaatiosta, ovat niistä saatavat tiedot tärkeitä kuluttajien terveydensuojelun kannalta (Alban ym. 2011).

## **10. EPIDEMIOIDEN SYNTYYN VAIKUTTANEITA TEKIJÖITÄ**

Epidemioiden syntyyn ovat vaikuttaneet useat eri tekijät. Tässä luvussa tekijöistä käsitellään hevosten tunnistamista ja jäljitettävyyttä, kotieläinten ympäristö- ja pito-olosuhteita, ihmisten kulinaarisia tottumuksia sekä lainsäädännön muutoksia.

### **10.1. Hevosten tunnistaminen ja jäljitettävyys**

Jokaisessa vuosina 1975–1998 puhjenneessa epidemiassa koettiin vaikeuksia infektoituneen hevosenlihan jäljittämisen ja siten epidemian rajoittamisessa (Ancelle 1998). Ranskan vuosien 1993, -94 ja -98 epidemioita aiheuttaneita hevosia ei ollut jäljitetty tilatasolle, sillä hevoset kerättiin teurastamolle useasta eri lähteestä eikä niitä ollut tunnistettu yksilöllisesti (Ancelle ym. 1998). Lihakauppiaiden toiminta on voinut osaltaan vaikeuttaa tartuntalähteen jäljitystä. Lihakauppias on saattanut sekoittaa eri ruhoista peräisin olevia lihoja jauhelihan valmistuksessa, jolloin trikinellaposiitivinen ruhonosa on voinut levitä suuremman väkijoukon käytettäväksi kuin jos se olisi myyty kokolihana (Pozio ym. 1998b).

Pozio ym. (1998b) toteavat, että hevosen tunnistusasiakirjoihin merkitty lähtömaa voi olla eri kuin sen kasvatusmaa, mikä luo haasteita epidemiologisten tutkimusten suorittamiseen epidemiatilanteessa. Siten ei voida poissulkea mahdollisuutta, että epidemioita aiheuttaneet trikinellaposiitiiviset hevoset olisivatkin olleet todellisuudessa peräisin samalta alueelta, vaikka ne olivat tulleet Euroopan unioniin eri maista (Pozio ym. 1998b).

Eläinperäisten tuotteiden kaupankäynnin globalisoituminen on yksi ihmisten trikinelloosin riskitekijä, sillä useat maat, joissa trikinellainfektio on kotoperäinen villieläimissä (esim. Pohjois-Amerikka) tai kotieläimissä (esim. Itä-Eurooppa), vievät eläimiä ulkomaille elintarviketeollisuuden raaka-aineina tai lopputuotteina (Dupouy-Camet 2000). Vielä vuonna 2001 maailmanlaajuinen hevosenlihatuotanto oli lähes 700 miljoonaa kiloa, josta 114 miljoonaa kiloa oli tunnistamatonta alkuperää (Gill 2005). Lisäksi kansainvälisesti liikkuvien teurashevosten määrä on useimmiten aliarvioitu (Sluyter 2001).

## **10.2. Kotieläinten ympäristö- ja pito-olosuhteet sekä teurasjätteiden käsittely**

Hevosten ruokkiminen lihalla ja ruokajätteillä on huomattava riskitekijä hevosten trikinellainfektioiden kehittymiselle ja siten ihmisravinnoksi tarkoitettujen hevosenlihatuotteiden elintarviketurvallisuudelle (Pozio ym. 2009b). Trikinellan siirtymisriskistä sikoihin, hevosiin ja ihmisiin tiedetään vain vähän. Hypoteettisia matemaattisiin laskentakaavoihin perustuvia riskitutkimuksia on kuitenkin olemassa (Takumi ym. 2009). Euroopassa villieläimet ovat trikinellojen tärkein reservuaari, minkä vuoksi trikinellojen aiheuttaman taudin täydellinen hävittäminen on mahdotonta (Pozio ym. 2009b).

Sikojen ja villieläinten trikinellaprevalenssilla on yhteys hevosten infektoitumiseen (Pozio 2001, 2013). Kaikki trikinellaposiitiviksi todetut hevoset, joiden alkuperämaa on saatu selvitettyä, ovat olleet peräisin maista, joiden sioissa ja/tai villieläimissä on korkea trikinellaprevalenssi (Pozio 2001, Alban ym. 2011). *T. spiralis* -loisella infektoituneiden hevosten yhteys tiloihin tai seutuihin, joissa sioilla on korkea *T. spiralis* -prevalenssi, voi selittyä hevosten suuremmalla todennäköisyydellä syödä infektoitunutta sianlihaa (Murrell ym. 2004). Esimerkiksi 1990-luvulla Romaniassa koettiin dramaattinen sikojen ja ihmisten trikinelloosimäärien kasvu, ja joitain *T. spiralis* -infektoituneita hevosia vietiin sieltä Eurooppaan samoihin aikoihin (Blaga ym. 2009). Trikinelloositartuntojen määrän kasvun on arveltu liittyvän poliittisiin ja taloudellisiin muutoksiin, joita Itä-Euroopassa koettiin Neuvostoliiton hajoamisen myötä (Djordjevic ym. 2003, Murrell & Pozio 2011).



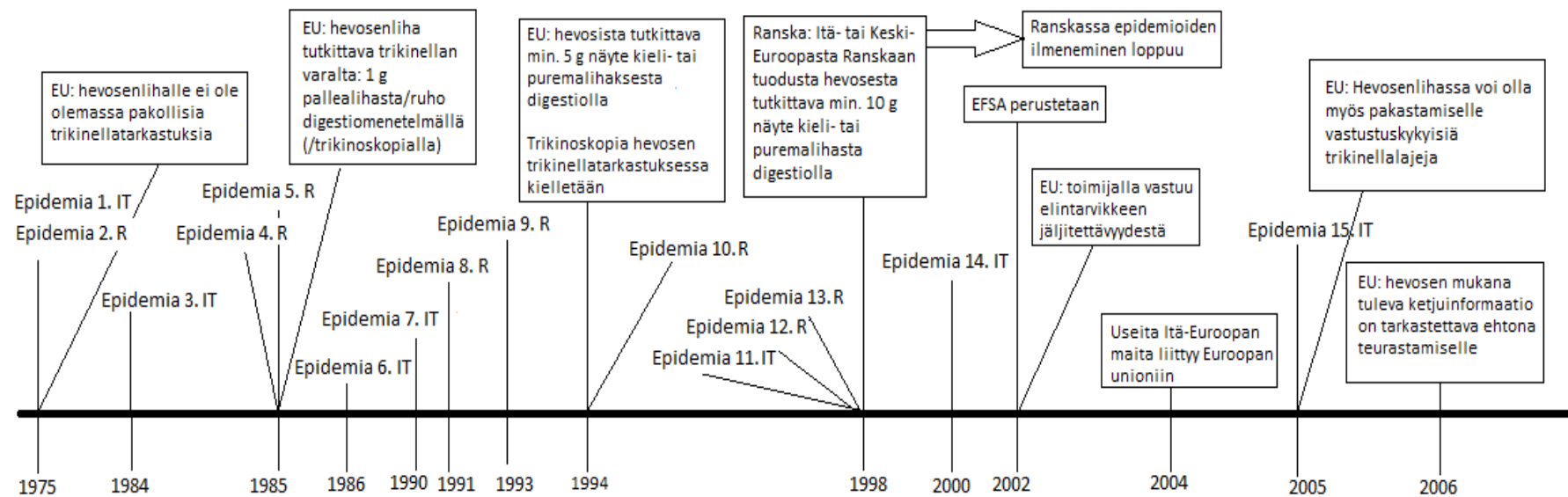
### **10.3. Kulinaariset tottumukset**

Epidemioita on ilmennyt vain Ranskassa ja Italiassa huolimatta siitä, että eräissä muissa EU-maissa, kuten Belgiassa, on ollut suurempi hevosenlihan kulutus henkilöä kohden epidemioiden aikoihin (Mantovani ym. 1980, Boireau ym. 2000). Kulttuurisilla tekijöillä, kuten raakaan tai huonosti kypsennettyyn lihaan tai lihaperäisiin tuotteisiin perustuvilla ruokalajeilla, on tärkeä rooli trikinelloosiin sairastumisessa (Gamble ym. 1996, Pozio 2007a, WHO 2014). Väestöissä, joissa syödään yksinomaan läpikotaisin kypsennettyä hevosenlihaa, dokumentoituja hevosenlihavälitteisiä trikinelloositapauksia ei ole (Boireau ym. 2000, Pozio 2007a).

Raa'an tai alikypsennetyn hevosenlihan kulutus on ollut yleinen kulinaarinen perinne Ranskassa (Ancelle ym. 1998). Hevosenlihaa on syöty raakana tai heikosti kypsennettynä esimerkiksi tartarpihvissä (Dupouy-Camet ym. 1994, Ancelle ym. 1998). Ranskassa hevosenlihan kulutus on ollut yleistä etenkin vanhojen ihmisten parissa, jotka todennäköisimmin kärsivät trikinelloosiin sairastuttuaan komplikaatioista (Ancelle 1998). Italiassa hevosenlihaa on ollut tapana syödä raakana tai vain vähän kypsennettynä hevosenlihamakkarassa (Ancelle 1998). Italiassa ihmisten hevosenlihavälitteisiä trikinelloosi-infektioita on dokumentoitu alueilla (Emilia Romagna ja Lombardyn alue Pohjois-Italiassa sekä Apulian alue Etelä-Italiassa), jotka ovat vuosisatoja sitten saaneet vaikutteita ranskalaisesta ruokakulttuurista ja tavasta syödä kypsennämätöntä hevosenlihaa (Gottstein ym. 2009, Murrell & Pozio 2011).

### **10.4. Lainsäädännön muutokset**

Hevosenlihavälitteiset epidemiat aikaansaivat muutoksia sekä EU-lainsäädännössä että kansallisissa lainsäädännöissä (Ancelle 1998, Jansen ym. 2008). Lihantarkastuksessa trikinellatutkittujen trikinellaposiitivisten hevosten pääsy markkinoille johtui osittain siitä, että trikinellatutkimuksissa on aikanaan käytetty liian pieniä näytepaloja (yksi gramma/teurashevonen) (Pozio ym. 2007a). Teurastetuista hevosista onkin havaittu trikinellatoukkia vain niissä tapauksissa, kun ruhosta on tutkittu vähintään viidestä kymmeneen gramman lihanäyte digestiomenetelmällä. Kuvan 1. aikajanalla esitetään Ranskassa ja Italiassa todetut epidemiat sekä trikinellojen vastustamiseen liittyviä tapahtumia.



Epidemian ilmenemismaa  
 R = Ranska  
 IT = Italia

Kuva 1. Hevosenlihavälitteiset epidemiat Ranskassa ja Italiassa vuosina 1975–2005 sekä aiheeseen liittyviä lainsäädännön muutoksia

#### **10.4.1. 1970-luku**

Vuonna 1975 ensimmäisen hevosenlihavälitteiseksi tunnistetun trikinelloosiepidemian puhjetessa Italiassa hevosenlihankin lihantarkastuksesta määräävä Euroopan talousyhteisön direktiivi 64/433/ETY ei edellyttänyt, että hevosenlihalle suoritettaisiin teurastamoilla trikinellatarkastuksia (Touratier 2001, 64/433/ETY). EU-asetuksin säädetyt trikinellatarkastukset koskivat tuolloin vain sianlihaa (64/433/ETY ja 72/462/ETY, Maillot 1998).

#### **10.4.2. 1980-luku**

Ensimmäinen hevosten trikinellatarkastuksia koskeva EU:n alueen yhtenäinen lainsäädäntö hyväksyttiin vuoden 1985 epidemioiden seurauksena (Ancelle ym. 1998, Dupouy-Camet 2000) laajentamalla direktiivien 64/433/ETY ja 77/96/ETY mukaiset sianlihan pakolliset trikinellatarkastukset koskemaan virallisesti myös hevosenlihaa (Gamble ym. 1996, Boireau ym. 2000, Nöckler ym. 2000). Tämä koski myös Suomea, sillä Suomi oli solminut vapaakauppasopimuksen Euroopan talousyhteisön (ETY) kanssa jo vuonna 1973 (Ulkoasiainministeriö 2015). Suomessa hevosenlihan trikinellatarkastus tuli voimaan vuonna 1990 (väitöskirjassa Oivanen 2005). Hevosenlihaa ryhdyttiin tarkastamaan niillä menetelmillä, joilla sianlihaa oli tarkastettu EU:n sisämarkkinakaupassa ja kolmansien maiden tuonneissa jo vuosikymmenien ajan: jokaisen syötäväksi tarkoitetun hevosenruhon palleapilarista oli siitä eteenpäin tutkittava trikinoskopiolla tai yhdistettyjen näytteiden digestio-menetelmällä yhden gramman suuruinen näytepala direktiivin 77/96/ETY ohjeiden mukaisesti (Pozio ym. 1998a, Nöckler ym. 2000, Pozio 2001). Myös sittemmin kielletty trikinoskopiatuskimus esitettiin direktiivissä yhtenä sallittuna osoittamismenetelmänä (77/96/ETY). Tuolloin ei vielä ollut tiedossa, että hevosesä olevien trikinellojen predilektiolihas ei ole pallea, kuten sioilla, vaan kieli (Gamble ym. 1996, Hill ym. 2007). Lisäksi kumpikaan direktiivissä kuvailtu trikinellan osoittamismenetelmä (trikinoskopia ja digestiomenetelmä) ei ollut validoitu hevosenlihanäytteille (Forbes & Gajadhar 1999).

#### **10.4.3. 1990-luku**

Ranskan vuoden 1993 hevosenlihavälitteisten epidemioiden seurauksena EU muutti yhdistettyjen näytteiden digestio-ohjeita siten, että lihapalan minimikoko kasvatettiin

viiteen grammaan Euroopan neuvoston direktiivillä 94/59/EY (Dupouy-Camet ym. 1994, Gamble ym. 1996, Boireau ym. 2000, Pozio 2001, Touratier 2001). Samassa lainsäädännössä säädettiin ensimmäistä kertaa vaatimus, että lihanäytteen on oltava lähtöisin hevosen kielestä tai puremalihaksesta (Boireau ym. 2000). Lisäksi kyseisessä direktiivissä tarkennettiin, että trikinoskopia ei ole sallittu osoittamismenetelmä hevosenlihalle, vaikka trikinoskopian riittämätön sensitiivisyys *T. pseudospiralis* -loisen lisääntyneen esiintymisen myötä todettiin jo 70-luvulla (Ruitenbergh ym. 1974, Boireau ym. 2000, Kapel 2005).

Vuonna 1998 Ranska muutti lainsäädäntöään niin, että jokaisesta Itä- tai Keski-Euroopasta tuodusta hevosesta on lihantarkastuksessa tutkittava 10 g näyte aiemmin määritellystä lihaksesta (Forbes ym. 1998, Forbes & Gajadhar 1999, Boireau ym. 2000). Muista kuin Itä- ja Keski-Euroopan maista tuoduista hevosenruhoista riitti viiden gramman suuruisen näytepalan tutkiminen. Epidemioiden jatkuessa ranskalainen eläinlääkäreiden toimikunta teki hevosenlihan trikinellatarkastuksesta uuden suosituksen, jonka mukaan jokaisesta teurashevosesta tulisi ottaa kaksi 50 gramman näytepalaa: toinen kielen kärjestä ja toinen pallealihaksen pilareista (Touratier 2001). Ranska teki kyseisiin suosituksiin pohjaavan asetuksen ja menetelmän käyttöönoton laajenemisesta myös muihin maihin oli keskustelua (Touratier 2001).

#### **10.4.4. 2000-luku**

Vuonna 2002 perustettiin Euroopan elintarviketurvallisuusvirasto EFSA ja säädettiin yleinen elintarvikeasetus (EY) 178/2002, joka velvoittaa elintarviketoimijoita huolehtimaan elintarvikkeiden jäljitettävyydestä ja sen todentamisesta ensimmäistä kertaa (EY 178/2002). EFSA:n tehtävänä on muun muassa koota ja analysoida tietoa elintarviketurvallisuuteen vaikuttavista riskeistä, huolehtia niihin liittyvästä viestinnästä sekä esittää elintarviketurvallisuuteen liittyviä puolueettomia tutkimustietoon perustuvia mielipiteitä. 1.1.2006 eteenpäin EU:ssa on sovellettu Euroopan parlamentin ja neuvoston asetusta (EY) 853/2004, jonka mukaan teurastamoiden on tarkistettava eläimen mukana tuleva tunnistusasiakirjan sisältävä ketjuinformaatio ehtona eläimen teurastukselle (EY 853/2004). Ketjuinformaatio voidaan kirjata vain tunnistetulle ja rekisteröidylle eläimelle.

Trikiiniasetus (EY) 2075/2005 säädettiin toistuvien hevosenlihavälitteisten trikinelloosiepidemioiden ehkäisemiseksi (Alban ym. 2011). Sen mukaan jokaisesta teurashevosesta on tutkittava vähintään viiden gramman näyte kieli- tai puremalihaksesta ja näytteiden digestioajan on oltava riittävän pitkä asianmukaisen digestion varmistamiseksi, enintään kuitenkin 60 min. Asetus toi ensimmäisen kerran esille lainsäädännössä, että hevosissa saattaa olla pakastukselle resistenttejä trikinellalajeja.

#### **10.4.5. 2010-luku**

Trikiiniasetus (EY) 2075/2005 muutosasetuksineen korvattiin asetuksella (EU) 2015/1375 (Epira 2015). Säädöksen sisältö ei muuttunut, vaan aiemmat asetukset sisällytettiin asetukseen 2015/1375. Kyseinen asetus määrää, että kaikki trikinellainfektioille potentiaalisesti alttiit eläimet on tutkittava teurastamolla tai riistankäsittelylaitoksissa jollain asetuksessa esitellyllä menetelmällä (Marucci ym. 2016). Trikinellojen valvonta on pakollista myös zoonosidirektiivin perusteella (2003/99/EY, Alban ym. 2011). Tällä hetkellä Euroopan unionissa mietitään hevosenlihaa koskevaa pakollista alkuperämerkintää, joka vaikuttaisi etenkin prosessoimatonta lihaa unioniin tuoviin kolmansiiin maihin (Euroopan komissio 2015).

## **11. RAPORTOINTI JA TIEDOTUS**

Maailmanlaajuisesti raportointi ihmisten trikinelloositapauksista vaihtelee ja raportoinnissa on todennäköisesti eroja kehitysmaiden ja vauraiden teollisuusmaiden välillä (Murrell & Pozio 2011). Ihmisten trikinellooseja on diagnosoitu 27,8 %:ssa (55/198) kaikista maailman maista (Pozio 2007b). Trikinelloositapausten raportointimattomuus voi johtua siitä, että maassa ei ole kansallista raportointijärjestelmää tai se on puutteellinen (Murrell & Pozio 2011). Tauti saattaa jäädä myös kliinikkolääkäreiltä tunnistamatta esimerkiksi tiedonpuutteen ja oikeanlaisten serologisten testien puuttumisen vuoksi (Pozio 2007b). Lievät ja kohtalaiset trikinelloosit voivat muistuttaa oireistoltaan influenssaa, jolloin tämän kaltaiset trikinellatapaukset jäävät herkästi huomaamatta, hoitamatta ja raportoimatta

(Ancelle ym. 1998). On silti epäselvää, onko trikinelloosi matalan esiintyvyyden zoonoosi vai usein vain väärin diagnosoitu (Bruschi & Murrell 2011).

Euroopan unionin jäsenvaltioissa on kerätty tietoa unionin alueella tavatuista zoonooseista (trikinelloosi mukaan lukien) vuodesta 1995 lähtien (Ammon & Mäkelä 2010). Jäsenmaiden tulee ilmoittaa kaikki EU:n jäsenmaissa todetut (ulkomailta saadut ja kotoperäiset) trikinelloosit epidemiologisine tietoineen Euroopan yhteisön verkostolle Euroopan parlamentin ja neuvoston zoonosidirektiivin 2003/99/EY mukaisesti (2003/99/EY, Dupouy-Camet & Bruschi 2007, EU 2015/1375), josta ne kerätään Euroopan elintarviketurvallisuusviranomaisen EFSA:n internetpohjaiseen raportointijärjestelmään (Ammon & Mäkelä 2010, Alban ym. 2011). EFSA, Euroopan tautienehkäisy- ja -valvontakeskus ECDC ja Tanskan kansallisen elintarvikeviraston zoonosikeskus ZCC tuottavat vuosittain yhdessä raportin, jonka tarkoituksena on zoonosilähteiden ja -trendien havaitseminen jäsenvaltioissa sekä määrittää pitkän aikavälin tavoitteita kansanterveyden suojelussa (Alban ym. 2011).

### **11.1. Trikinelloista ja trikinelloosista tiedottavat organisaatiot**

Trikinelloihin ja trikinelloosiin liittyvää tietoa julkaisevat esimerkiksi Trikinelloosin kansainvälinen komissio ICT, Euroopan tautienehkäisy- ja -valvontakeskus ECDC, Euroopan elintarviketurvallisuusvirasto EFSA, Maailman eläintautijärjestö OIE, YK:n elintarvike- ja maatalousjärjestö FAO ja Maailman terveysjärjestö WHO. EU:n jäsenmailla on vuodesta 2002 alkaen ollut käytössä nopean tiedottamisen hälytysjärjestelmä RASFF, jolla tiedotetaan muille jäsenmaille, jos elintarvikeketjussa havaitaan kansanterveydellisiä vaaroja (EY 178/2002, EU 16/2011, Euroopan komissio 2017). RASFF-järjestelmään tehtäisiin ilmoitus esimerkiksi, jos trikinellapitoista lihaa pääsisi markkinoille. Järjestelmässä ovat mukana EFSA, Euroopan komissio ja EU:n jäsenvaltiot (Evira 2016j).

Vuonna 1958 perustettu ICT julkaisee trikinelloihin, trikinelloosiin, niiden vastustamiseen ja ehkäisyyn liittyviä lausuntoja ja suosituksia kansallisten, kansainvälisten järjestöjen ja viranomaisten toiminnan edistämiseksi (ICT 2016). ICT toimii yhteistyössä useiden kansallisten ja kansainvälisten järjestöjen, kuten OIE:n,

WHO:n ja FAO:n kanssa edistään trikinellojen vastustusta. OIE käsittelee trikinellojen tutkimusmenetelmiä käsikirjassa *Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals 2016* (OIE 2012) ja laboratoriomenetelmien periaatteita ja validaatiota oppaassa *Terrestrial Manual 2013 –Principles and methods of validation of diagnostic assays for infectious diseases* (OIE 2013).

FAO julkaisee trikinelloihin liittyvää tietoa ja ohjeita, kuten yhteistyössä WHO:n kanssa tehdyn ohjeen trikinellojen vastustamiseksi sioissa (Codex Alimentarius 2015). Lisäksi FAO on julkaissut trikinellojen riskiprofiilin (FAO 2013). WHO julkaisee trikinelloosiin liittyviä oppaita ja toimintaohjeita. EFSA kerää tiedot jäsenmaissa raportoiduista eläinten trikinelloosi-infektioista (Alban ym. 2011) sekä julkaisee trikinelloihin liittyviä tieteellisiä mielipiteitä (EFSA 2010, 2013). ECDC:n internetsivuilla voi seurata ihmisten raportoitujen ja varmistettujen trikinelloosi-infektioiden vuosittaista ilmenemistä jäsenmaittain.

## **12. HEVOSENLIHAN JA TEURASHEVOSTEN TUONTI EUROOPAN UNIONIIN**

Euroopan unioniin tuodaan hevosenlihaa vuosittain n. 25 miljoonaa kiloa pääosin Argentiinasta, Yhdysvalloista, Kanadasta ja Meksikosta (Euroopan komissio 2015). Eläviä teurashevoseja tuodaan Euroopan unioniin esimerkiksi Etelä-Amerikasta (Sluyter 2001) ja Itä-Euroopasta (Gill 2005, Blaga ym. 2009). Suomeen ei tuoda teurashevoseja muista EU-maista eikä kolmansista maista (Valle & Viitasaari, henkilökohtainen tiedonanto).

### **12.1. Euroopan unionin ulkopuolelta tuotava hevosenliha**

EU:n ulkopuolisista maista EU:n alueelle tuotavien eläinperäisten elintarvikkeiden on täytettävä eläinlääkintölainsäädännössä asetetut tuontivaatimukset (Evira 2014, Evira 2016g). Tuoreen lihan tuonnin on täytettävä muun muassa seuraavat vaatimukset: lihaerän tulee olla EU:n hyväksymästä maasta ja EU:n hyväksymästä laitoksesta, lihan tulee olla merkitty asetusten (EY) 854/2004 ja (EY) 853/2004 mukaisesti, erän mukana on oltava eläinlääkärintodistus, johon on sisälletty vakuutus trikiinitutkimuksista, erälle suoritetaan eläinlääkinnällinen rajatarkastus hyväksytyllä raja-asemalla ja erän saapumisesta on tehty ennakoilmoitus TRACES-järjestelmään (Evira 2016h). TRACES-

järjestelmä on Euroopan komission vuonna 2004 käyttöönotettava sähköinen tietojärjestelmä, johon kirjataan mm. EU:n sisäiset elävien eläinten siirrot, eläinten tuonti EU:n ulkopuolisista maista ja eläinlääkinnälliset rajatarkastukset (Evira 2016i). Suomessa on kolme hyväksyttyä EU:n ulkorajalla sijaitsevaa eläinlääkinnällistä rajatarkastusasemaa: Helsingin sataman, Helsinki-Vantaa lentoaseman ja Haminan sataman eläinlääkinnällinen rajatarkastusasema (Evira 2016i). Eläinlääkinnällisen rajatarkastuksen yhteydessä kolmansista maista EU:n sisämarkkinoille tulevista elintarvikkeista otetaan tarvittaessa näytteitä laboratoriotutkimuksiin. Jos elintarvikeerän todetaan olevan vaatimusten mukainen, se voidaan toimittaa EU:n sisämarkkinoille. Tuontivaatimuksissa oleva trikiinitodistus tarkoittaa kolmannesta maasta lähtöisin olevan lihaerän mukana olevaa lähtömaan virkaeläinlääkärin kirjoittamaa kansanterveyttä koskevaa vakuutusta trikinellatutkimuksista (EU 1114/2014). Trikinellatartuntaa mahdollisesti kantavien eläinlajien poikkijuovaisia lihaksia sisältävää lihaa saa tuoda Euroopan unioniin ainoastaan, jos se on ennen vientiä tutkittu asetuksessa (EU) 2015/1375 kerrottuja vaatimuksia vastaavalla tavalla siinä kolmannessa maassa, jossa eläin on teurastettu (EU 2015/1375). Eläinlääkärintodistuksen ja kansanterveyttä koskevan vakuutuksen mallipohjat löytyvät asetuksen (EU) 206/2010 liitteen II osasta 2.

## **12.2. Euroopan unioniin saapuvat teurashevokset**

Kolmansista maista unioniin tuotavilla elävillä teurashevosilla on oltava mukanaan lähtömaan viranomaisen täyttämä terveystodistus (eläinlääkärintodistus), joka voidaan myöntää vain rekisteröidylle hevoseläimelle (2009/156/EY). Euroopan neuvoston direktiivissä 2009/156/EY on listattu Euroopan unionin ulkopuoliset maat, eli niin sanotut kolmannet maat tai maanosat, joista hevoseläimiä saa tuoda Euroopan unionin jäsenmaihiin. Eläinten tuontia EU:n ulkopuolisista maista seurataan TRACES-järjestelmän avulla (2004/292/EY).

## **12.3. Hevosenlihan tuotanto ja kulutus Suomessa**

Vuonna 2015 Suomessa oli yli 74 000 hevosta (Hippolis ym. 2015). Hevosten vuosittainen poistuma on noin 4 000 yksilöä. Hevosen lopettamiseen ja hävittämiseen on useita eri vaihtoehtoja (Hevostietokeskus 2005). Luonnonvarakeskus Luken



tilastotietokannan mukaan Suomessa teurastettiin vuonna 2015 noin 1500 hevosta tuottaen noin 0,42 miljoonaa kiloa hevosenlihaa (Luke 2015). Vuonna 2015 Suomessa poistetuista hevosista 37 % käytettiin siis elintarvikkeena (Hippolis ym. 2015). Hevosenlihaa käytetään makkaratuotteissa, muun muassa meetvurstissa ja salamisissa (Lappalainen 2013, Lihatieotus 2016a, 2016b). Suomen väestön hevosenlihan kokonaiskulutus oli n. 2,2 miljoona kiloa vuonna 2015 (Luke 2015). Suomeen tuotiin hevosenlihaa vuonna 2015 eniten Kanadasta, Meksikosta, Ranskasta ja Argentiinasta (Hippolis ym. 2015). EU:n muista jäsenmaista Suomeen tuotavia eläinperäisten elintarvikkeiden turvallisuutta valvoo Eviran ensisaapumisvalvonta (Evira 2014).

Suomessa hevosenlihassa ei ole koskaan havaittu trikinellaa (Evira 2010). Vuosina 2000–2015 Suomessa tutkittiin trikinellan varalta yhteensä 21 406 hevosta, joista yksikään ei ollut trikinellaposiitiivinen (Oivanen, henkilökohtainen tiedonanto). Sikoja tutkittiin samalla aikavälillä 36 256 367 kappaletta, joista 0,002 % eli 58 kappaletta oli trikinellaposiitiivisia (Oivanen, henkilökohtainen tiedonanto).

#### **12.4. Hevosten jäljitettävyys, tunnistaminen ja rekisteröinti nykyään**

Päävastuu EU:ssa teurastettavien eläinten jäljitettävyydestä on elintarvikealan toimijoilla (EY 178/2002). Hevosten jäljitettävyys perustuu luotettavaan tunnistusjärjestelmään (Sluyter 2001). EU:ssa hevoset tunnistetaan nykyään hevospassilla tunnistusasiakirjalla (Euroopan komissio 2016a). EU:n sisällä olevien hevosten tunnistusasiakirja linkitetään kyseiseen hevoseläimeen DNA-tunnistuksen, silmänpohjakuvauksen tai elektronisen tunnistuslaitteen, kuten mikrosirun avulla. Kaikilla EU:n sisällä olevilla hevosilla on oltava Euroopan neuvoston direktiivin 90/427/ETY ja komission päätöksen 93/623/ETY mukainen tunnistusasiakirja eli hevospassi. Vuoden 2016 alusta voimaan tulleen EU:n hevospassista annetun asetuksen (EU) 2015/262 mukaan kaikki EU:n alueella olevat hevoset, joita ei vielä ole rekisteröity, on ilmoitettava kansalliseen hevosten rekisteritiedot sisältävään tietokantaan. Näin pyritään varmistamaan, että yhtään rekisteröimätöntä hevosta ei pääse elintarvikeketjuun (Euroopan komissio 2016c). Suomessa hevosrekisteritietokantaa ylläpitävä toimielin on Suomen Hippos ry, joka rekisteröi kaikki Suomessa syntyneet

varsat, rekisteröimättömät hevoseläimet ja maahantuodut hevoseläimet (MMMa 880/2009, Evira 2016c). Vaikka parannusta teurashevosten tunnistamiseen ja jäljitettävyyteen on vuosien varrella tehty, ei olemassa oleva hevosten jäljitettävyyden ja tunnistamisjärjestelmä kuitenkaan vielä kykene aina tarjoamaan elintarvikeviranomaiselle tietoa siitä, missä hevonen on syntynyt ja kasvatettu (Euroopan komissio 2015).

Hevosenlihan jäljitettävyys nousi otsikoihin vuonna 2013, kun EU-jäsenmaissa elintarvikevalvonnan tarkastuksissa naudanlihaa sisältävistä tuotteista löydettiin hevosenlihaa ilman mainintaa hevosenlihasta ainesosaluettelossa (Euroopan komissio 2016b). Esimerkiksi erään tuotemerkin jauhelihalasagnessa naudanlihaksi merkitty liha olikin todellisuudessa 80–100 % hevosenlihaa (Euroopan komissio 2016c). Naudanlihalle ei tarvitse suorittaa lihantarkastuksessa trikinellatarkastusta (EU 2015/1375). Tapausten ilmitulon seurauksena elintarviketoimijoita tuomittiin sakkoihin ja ehdolliseen vankeuteen teurasnettujen hevosten jäljitettävyyteen liittyvistä rikkomuksista (CPS 2014, FSA 2015). EU:ssa elintarvikkeiden valmistaja on vastuussa siitä, että pakkausmerkinnöissä annetut tiedot ovat oikeat eivätkä johda kuluttajaa harhaan (KTMa 1084/2004, EU 1169/2011, Evira 2014). Jos elintarvikkeessa on käytetty lihaa valmistusaineena, tulee se ilmetä ainesosaluettelosta (Evira 2014). Pakkausmerkinnöissä on ilmoitettava myös eläinlaji, josta liha on peräisin (KTMa 1084/2004).

### **13. POHDINTA**

Tämän kirjallisuuskatsauksen perusteella tärkeimmät hevosenlihavälitteisten trikinelloosiepidemioiden syntyyn vaikuttaneet tekijät olivat hevosten infektoituminen trikinellalla, ihmisten raakaa tai heikosti kypsennettyä hevosenlihaa suosivat ruokakulttuuriset tavat, hevosenlihalle validoitujen riittävän sensitiivisten trikinellojen osoittamismenetelmien puuttuminen, lihantarkastusta, hevosten tunnistamista ja jäljitettävyyttä koskevat lainsäädännön puutteet sekä valvonnassa tapahtuneet inhimilliset virheet. Epidemioiden laajuuteen ovat voineet vaikuttaneet myös seuraavat tekijät: hevosenlihaa käytetään yleisesti kypsentämättömiin lihavalmisteisiin kuten

meetvursteihin, hevoset teurastetaan yleisemmin teurastamolla kuin kotona ja yhdestä hevosesta saatava lihamäärä on suuri, keskimäärin kolminkertainen siasta saatavaan lihamäärään nähden (250 kg/80 kg). Teurastamolla tuotettu hevosenliha pääsee laajemman kuluttajakunnan piiriin kuin esimerkiksi kotona teurastettu ja lähipiirin kesken kulutettu sika tai villisika.

Vuosina 1975–2008 trikinellaposiitiivisiksi todetuista hevosista suurin osa (23/28) oli peräisin Itä-Euroopasta (Liciardi ym. 2009). Epidemiat aiheuttaneista hevosista kuitenkin suurin osa (11/15) teurastettiin EU:n sisällä Ranskassa tai Italiassa, joiden teurastamot olivat jo EU-lainsäädännön ja elintarvikevalvonnan piirissä. Koska lihan elintarviketurvallisuutta kontrolloidaan pääasiassa lihantarkastuksessa teurastamoilla, on EU:n sisällä toteutetuilla lihantarkastustoimilla ja niiden puutteilla ollut todennäköisesti enemmän merkitystä epidemioiden synnyssä kuin sillä, että suurin osa epidemiat aiheuttaneista hevosista oli peräisin Itä-Euroopasta.

Tässä työssä käytettyjen lähteiden perusteella yhtäkään trikinelloosiepidemian aiheuttanutta hevosta ei ollut jäljitetty luotettavasti tilatasolle. Useissa epidemiakuvauksissa tutkijat ovat laittaneet painoarvoa sille, että epidemiat aiheuttaneet hevoset ovat olleet lähtöisin Itä-Euroopasta, vaikka epidemiakuvausten perusteella hevosten jäljitystä ja yhdistämistä tiettyyn lähtömaahan tai -maanosaan ei ole kaikissa tapauksissa yksiselitteisesti todistettu. Epidemiologinen tapaus-verrokkitutkimus suoritettiin tiettävästi vain viidessä epidemiassa 12:sta. Osassa epidemiakuvauksista tutkimusmenetelmistä ei ollut kerrottu kattavasti eikä tilastollisia analyysejä, tutkimustulosten p-arvoja tai luottamusvälejä ollut tuotu esille. Myöskään potentiaalisia harhoja tai sekoittavia tekijöitä ei usein ollut otettu huomioon. Kahdesta viimeisimmästä epidemiasta (epidemiat nro. 14 ja 15) ei löytynyt lainkaan epidemiologista selvitystä. Eräissä tutkimuksissa tulosten tulkinnan suhteen esiintyi epäloogisuutta ja joissain tutkimuksissa viitetiedot olivat puutteellisia. Esimerkiksi Murrell ym. (2004) yleistävät 13:n ihmiselle tehdyn kyselytutkimuksen perusteella lihatuotteiden syöttämisen olevan yleinen tapa serbialaisten hevostenomistajien keskuudessa ja Boireau ym. (2000) kertovat käyttäneensä epidemian selvitystyössä

standardisoitua kyselykaavaketta, jota ei kuitenkaan löydy itse artikkelista ja jolle ei anneta viitettä. Kyseisten seikkojen vuoksi epidemioihin vaikuttaneiden tekijöiden merkityksellisyyttä ja niiden suhdetta toisiinsa sekä tutkimustulosten luotettavuutta on vaikeaa arvioida.

Tässä kirjallisuuskatsauksessa käytetyistä lähteistä ei selvinnyt, miksi ensimmäinen hevosenlihavälitteinen epidemia havaittiin juuri vuonna 1975. Teoriassa ensimmäisen epidemian on voinut aiheuttaa yksittäinen tapahtuma, jossa henkilö ruokkii hevosta kertaluontoisestikin lihatuotteilla hyödyntääkseen ruokajätteet tai hyötyäkseen taloudellisesti hevosen massan kasvusta. Toisaalta hevosenlihavälitteisiä ihmisten trikinellatartuntoja on voinut tapahtua aiemminkin ilman, että hevosta on tunnistettu tartuntalähteeksi tai tartuntoja olisi raportoitu.

Viimeisin raportoitu hevosenlihavälitteinen trikinelloosiepidemia tapahtui vuonna 2005. Ilmeisesti tutkimustiedon ja siihen perustuvien osoittamismenetelmien, lainsäädännön ja elintarvikevalvonnan kehittymisen ansiosta trikinellatarkastusten sensitiivisyys saatiin tasolle, joka ehkäisee epidemioiden syntymistä. Ajallisesti epidemioiden hiipumiseen sijoittuvia tapahtumia ovat (kuva 1): 1) Euroopan elintarviketurvallisuusvirasto EFSA:n perustaminen vuonna 2002, 2) eräiden lihintarkastusta ja elintarvikehygieniää koskevien lainsäädäntöjen voimaantulo kuten (EY) 852/2004, (EY) 853/2004, (EY) 854/2004 ja (EY) 882/2004, 3) eräiden hevosten jäljitettävyyttä koskevien lainsäädäntöjen voimaantulo kuten (EY) 178/2002, (EY) 853/2004 ja 2004/292/EY, 4) EU:n elintarviketurvallisuuteen ja jäljitettävyyteen liittyvien sähköisten järjestelmien käyttöönotto sekä 5) useiden Itä-Euroopan maiden kuten Romanian, Puolan, Unkarin, Slovenian, Slovakian ja Baltian maiden liittyminen Euroopan unioniin vuosina 2004–2007 (EU 2016). Maiden liittyessä Euroopan unioniin ne sitoutuivat noudattamaan EU-lainsäädäntöä ja siirtyivät myös EFSA:n vaikutusalueen piiriin.

EU-lainsäädäntö muuttui olennaisesti epidemioiden hiipumisen aikoihin myös siten, että vuonna 2005 trikiiniasetuksessa (EY) 2075/2005 mainittiin pakastukselle vastustuskykyisten trikinellalajien mahdollinen esiintyminen hevosenlihassa. On

mahdollista, että elintarviketoimijat ovat virheellisesti olettaneet pakastetun lihan olevan turvallista kuluttajille. 1.1.2006 eteenpäin EU:n alueen teurastamot ovat saaneet teurastaa vain tunnistusmerkittyjä ja rekisteröityjä eläimiä, joiden mukana on ketjuinformaatio (EY 853/2004). Hevosia teuraiksi toimittavat ihmiset ovat siis nykyään tunnistettavissa teurashevosen asiakirjamerkintöjen perusteella. Ongelmatilanteissa (esimerkiksi jos hevonen todetaan lihantarkastuksessa trikinellaposiitiviseksi) heidät on siten mahdollista jäljittää ja trikinellojen alkuperä voidaan pyrkiä selvittämään.

Hevosenlihavälitteisen trikinelloosin vastustamiskeinoista on aikojen saatossa tiedotettu puutteellisesti ja jopa virheellisesti, mikä on saattanut edesauttaa epidemioiden syntymistä. Esimerkiksi WHO esitteli virheellisesti vielä vuonna 2008 trikinellojen yhdeksi vastustamismenetelmäksi kotitalouksissa lihan pakastamisen (WHO 2008), vaikka EU-lainsäädännössäkin oli silloin jo maininta pakastukselle resistenttien trikinellakantojen mahdollisuudesta. Lisäksi WHO:n Kaakkois-Aasian yksikön vuoden 2014 tarttuvien tautien opas painottaa tiedotuksen tärkeyttä raa'an sian- ja villisian suhteen jättäen huomiotta raa'an hevosenlihan (WHO 2014). Dupouy-Camet (2000) toteaa, että yhtäkään vuosina 1975–2000 ilmennytä hevosenlihavälitteistä trikinelloosiepidemiaa ei mainittu OIE:n vuosittaisissa raporteissa. Epidemioiden syntyyn on saattanut myös myötävaikuttaa kuluttajien epätietous hevosenlihavälitteisen trikinelloosin olemassaolosta. Kotitaloutta ei opeteta Ranskan (Bahloul, henkilökohtainen tiedonanto) eikä Italian (Seneghini 2007) peruskouluissa, joten kuluttajien elintarviketietous on siltä osin enemmän riippuvaista yleisistä tiedotusvälineistä ja kuluttajien omasta tiedonhausta kuin esimerkiksi Suomessa.

Tulevaisuudessa olisi tärkeää selvittää hevosten infektioireitit, jotta epidemiologisissa selvityksissä voitaisiin käsitellä todellisia infektioireittejä hypoteesien sijaan. Hevosenlihan trikinellatartuntojen infektioireittihypoteesit voisi järjestää kolmen hypoteesin sijaan kahdeksi, sillä ensimmäisen hypoteesin voi ajatella sisältyvän toiseen hypoteesiin. Hevonen saisi tartunnan siis joko 1. kun niille syötetään tarkoituksella lihatuotteita/lihaa sisältäviä rehuja tai 2. kun ne syövät vahingossa rehun sekaan päätyneitä eläinperäisiä jäänteitä. Infektioireittejä voitaisiin tutkia esimerkiksi

selvittämällä hevosten rehujen eläinperäisen proteiinin osuus rehusta silloin, kun hevosta ruokitaan asianmukaisesti rehuilla, joiden oletetaan olevan eläinperäisestä aineksesta vapaita. Tahallista lihan syöttämistä hevosille olisi mielenkiintoista tutkia lisää ja selvittää ilmiön tämän hetkinen laajuus etenkin alemman tulotason maissa. Vilpillisen toiminnan paljastaminen on haasteellista eritoten, jos vilpilliset toimijat ovat tietoisia toimintansa laittomuudesta. Todellisten infektioreittien selvittäminen olisi kuitenkin mielekästä niin hevosten myyjien, elintarviketoimijoiden kuin kuluttajienkin kannalta.

Tulevaisuudessa mietitään todennäköisesti enemmän teurashevosten ja muidenkin trikinellan isäntäeläinlajien, kuten sikojen, trikinellatarkastusten kustannusten suhdetta trikinelloosin kansanterveydellisen merkityksen suuruuteen. Yleisin EU:ssa raportoitu ruokavälitteinen mikrobirtunta, kampylobakterioosi, aiheutti 236 851 sairastapausta vuonna 2014, kun taas trikinellojen aiheuttamia sairastapauksia raportoitiin 319 kappaletta (EFSA 2015). Tähän on todennäköisesti päästy ennen kaikkea tehokkailla trikinellan valvontamenetelmillä (Devleesschauwer ym. 2015). Tulevaisuudessa valvontaa voisi kohdistaa ja tuottaa markkinoille kahta eri tavalla valvottua lihaa: trikinellatarkastamatonta niille, jotka kypsentävät lihan ennen kuluttamista ja trikinellatarkastettua niille, jotka eivät kypsennä lihaa ennen kuluttamista. Molekyylibiologisten menetelmien kehittyessä jo kertaalleen haudattu ajatus trikinellanegeatiivisten hevosten tunnistamisesta serologisista menetelmin voi avautua uudelleen, kuten ihmisten trikinelloositapausten diagnosoinnissa on käynyt Western-blot -menetelmän suhteen.

## **14. KIITOKSET**

Suuret kiitokset ohjaajilleni ajatuksia herättävistä kysymyksistä, rakentavista kommenteista ja mielenkiinnon jakamisesta aihetta kohtaan! Oli ilo tehdä työtä kanssanne. Kiitos Eviran Antti Oksaselle, joka perehdytti trikinellatutkimukseen käytännössä. Kiitos myös kurssikavereille, ystäville ja perheelleni neuvoista ja henkisestä tuesta. Erityiskiitos Simolle, joka kuunteli loputonta intoiluani aiheesta ja tietää trikinelloista tällä hetkellä varmasti enemmän kuin yksikään toinen diplomi-insinööri.

## 15. KIRJALLISUUSLUETTELO

Airas N, Saari S, Mikkonen T, Virtala A-M, Pellikka J, Oksanen A, Isomursu M, Kilpelä SS, Lim CW, Sukura A. Sylvatic *Trichinella* spp. infection in Finland. J Parasitol 2010, 96: 67–76.

Alban L, Pozio E, Boes J, Boireau P, Boué F, Claes M, Cook AJC, Dorny P, Enemark HL, Giessen van der J, Hunt KR, Howell M, Kirjusina M, Nöckler K, Rossi P, Smith GC, Snow L, Taylor MA, Theodoropoulos G, Vallée I, Viera-Pinto MM, Zimmer IA. Towards a standardised surveillance for *Trichinella* in the European Union. Prev Vet Med 2011, 99: 148–160.

Ammon A & Mäkelä P. Integrated data collection on zoonoses in the European Union, from animals to humans, and the analyses of the data. Int J Food Microbiol 2010, 139: 43–47.

Ancelle T. History of trichinellosis outbreaks linked to horse meat consumption 1975–1998. Euro Surveill 1998, 3: 120. <http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=120>, haettu 7.9.2016.

Ancelle T, Dupouy-Camet J, Bougnoux ME, Fourestié V, Petit H, Mougeot G, Nozais J-P, Lapierre J. Two outbreaks of trichinosis caused by horsemeat in France in 1985. Am J Epidemiol 1988, 127: 1302–1311.

Ancelle T, Dupouy-Camet J, Desenclos JC, Maillot E, Savage-Houze S, Charlet F, Drucker J, Moren A. A multifocal outbreak of trichinellosis linked to horse meat imported from North America to France in 1993. Am J Trop Med Hyg 1998, 59: 615–619.

Arriaga C, Yépez-Mulia L, Viveros N, Adame LA, Zarlenga DS, Lichtenfels JR et al. Detection of *Trichinella spiralis* muscle larvae in naturally infected horses. J Parasitol 1995, 81: 781–783.

Blaga R, Cretu CM, Gherman C, Drachigi A, Pozio E, Noeckler K, Kapel CMO, Dida I, Cozma V, Boireau P. *Trichinella* spp. infection in horses of Romania: serological and parasitological survey. Vet Parasitol 2009, 159: 285–289.

Blancou J. History of trichinellosis surveillance. Parasite 2001, 8: 16–19.

Boireau P, Vallée I, Roan T, Perret C, Mingyuan L, Gamble HR, Gajadhar A. *Trichinella* in horses: a low frequency infection with high human risk. Vet Parasitol 2000, 93: 309–320.

Bourée P, Bouvier JB, Passeron J, Galanaud P, Dormont J. Outbreak of trichinosis near Paris. Brit Med J 1979, 1: 1047–1049.

Bruschi F & Murrell KD. New aspects of human trichinellosis: the impact of new *Trichinella* species. Postgrad Med J 2002, 78: 15–22.

Bruschi F & Chiumiento L. *Trichinella* inflammatory myopathy: host or parasite strategy? Parasite Vector 2011, 4: 42.

Bruschi F & Murrell KD. Trichinellosis. Teoksessa: Elsevier (toim.) Tropical infectious diseases: principles, pathogens and practice. 3. p. Guerrant. Walker & Weller, Edinburgh, London, New York, Oxford, Philadelphia, St Louis, Sydney, Toronto, 2011: 768–773.

Bruschi F & Chiumiento L. Immunomodulation in trichinellosis: Does *Trichinella* really escape the host immune system? Endocr Metab Immune Disord Drug Targets 2012, 12: 4–15.



Bruschi F, Moretti A, Wassom D, Piergili Fioretti D. The use of synthetic antigen for the serological diagnosis of human trichinellosis. *Parasite* 2001, 8: 141–143.

CDC (2012). Centers for Disease Control and Prevention: Trichinellosis – general information. [https://www.cdc.gov/parasites/trichinellosis/gen\\_info/fags.html](https://www.cdc.gov/parasites/trichinellosis/gen_info/fags.html), haettu 10.4.2017, päivitetty 8.8.2012.

Codex Alimentarius (2015). Guidelines for the control of *Trichinella* spp. in meat of Suidae. [https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0ahUKEwio9a-EworQAhWC2CwKHVFdDukQFggrMAI&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2Fin\\_put%2Fdownload%2Fstandards%2F13896%2FCXG\\_086e\\_2015.pdf&usg=AFQjCNF\\_MV\\_Xb3dSaFAB5HrPKOtefBRqzQ&cad=rja](https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0ahUKEwio9a-EworQAhWC2CwKHVFdDukQFggrMAI&url=http%3A%2F%2Fwww.fao.org%2Fin_put%2Fdownload%2Fstandards%2F13896%2FCXG_086e_2015.pdf&usg=AFQjCNF_MV_Xb3dSaFAB5HrPKOtefBRqzQ&cad=rja), haettu 2.11.2016.

CPS (2014). The crown prosecution service. Two charged over the traceability of horsemeat. [http://www.cps.gov.uk/news/latest\\_news/two\\_charged\\_over\\_the\\_traceability\\_of\\_horsemeat/](http://www.cps.gov.uk/news/latest_news/two_charged_over_the_traceability_of_horsemeat/), haettu 22.11.2016, päivitetty 21.3.2014.

Dabrowska M, Skoneczny M, Zieliński Z, Rode W. Nurse cell of *Trichinella* spp. as a model of long-term cell cycle arrest. *Cell Cycle* 2008, 7: 2167–2178.

Despommier DD. How does *Trichinella spiralis* make itself at home? *Parasitol Today* 1998, 14: 318–323.

Devleeschauwer B, Praet N, Speybroeck N, Torgerson PR, Haagsma JA, De Smet K, Murrell KD, Pozio E, Dorny P. The low global burden of trichinellosis: evidence and implications. *Int J Parasitol* 2015, 45: 95–99.

Djordjevic M, Bacic M, Petricevic M, Cuperlovic K, Malakauskas A, Kapel CMO, Murrell KD. Social, political and economic factors responsible for the reemergence of trichinellosis in Serbia: a case Study. *J Parasitol* 2003, 89: 226–231.

Djordjevic M, Cuperlovic K, Savic M, Pavlovic S. The need for implementation of International Commission on Trichinellosis recommendations, quality assurance standards, and proficiency sample programs in meat inspection for trichinellosis in Serbia. *Vet Parasitol* 2005, 132: 185–188.

Dorny P, Praet N, Deckers N, Gabriel S. Emerging food-borne parasites. *Vet Parasitol* 2009, 163: 196–206.

Dupouy-Camet J. Trichinellosis: a worldwide zoonosis. *Vet Parasitol* 2000, 93: 191–200.

Dupouy-Camet J. Trichinellosis: still a concern for Europe. *Euro Surveill* 2006, 11: 590.

Dupouy-Camet J & Bruschi F. Management and diagnosis of human trichinellosis. Teoksessa Dupouy-Camet J, Murrell KD: *FAO/WHO/OIE guidelines for the surveillance, management, prevention and control of trichinellosis*, OIE Paris, 2007: 37–40.

Dupouy-Camet J, Soulé CI, Ancelle T. Recent news on trichinellosis: another outbreak due to horsemeat consumption in France in 1993. *Parasite* 1994, 1: 99–103.

Dupouy-Camet J, Kociecka W, Bruschi F, Bolas-Fernandez F, Pozio E. Opinion on the diagnosis and treatment of human trichinellosis. *Expert Opin Pharmacother* 2002, 3: 1117–1130.

EFSA (2010). Scientific report submitted to EFSA: Development of harmonised schemes for the monitoring and reporting of *Trichinella* in animals and foodstuffs in the European Union. [http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific\\_output/files/main\\_documents/35e.pdf](http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific_output/files/main_documents/35e.pdf), haettu 2.11.2016.

EFSA (2013). Scientific Opinion on the public health hazards to be covered by inspection of meat (solipeds). *EFSA Journal* 2013, 11: 3263. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2013.3263/pdf>, haettu 28.11.2016.

EFSA (2015). The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2014. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2015.4329/epdf>, haettu 5.11.2016, päivitetty 28.9.2016.

Eissa MM, El Azzouni MZ, Baddour NM, Bouls LM. Vaccination trial against experimental trichinellosis using autoclaved *Trichinella spiralis* larvae vaccine (ATSLV). J Egypt Soc Parasitol 2003, 33: 219–228.

Elintarvikelaki 23/2006. <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2006/20060023>, haettu 2.11.2016.

EU (2016). Euroopan unionin jäsenmaat. [https://europa.eu/european-union/about-eu/countries/member-countries\\_fi](https://europa.eu/european-union/about-eu/countries/member-countries_fi), haettu 5.11.2016.

Euroopan komissio (2014). Food & Feed Safety. Horse meat: one year after. <http://ec.europa.eu/food/food/horsemeat/>, haettu 25.7.2016.

Euroopan komissio (2015). Report from the commission to the European parliament and the council regarding the mandatory indication of the country of origin or place of provenance for milk, milk used as an ingredient in dairy products and types of meat other than beef, swine, sheep, goat and poultry meat. [http://ec.europa.eu/agriculture/milk/origin-labelling/com-2015-205\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/milk/origin-labelling/com-2015-205_en.pdf), haettu 3.8.2016.

Euroopan komissio (2016a). [http://ec.europa.eu/food/animals/identification/equine/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/food/animals/identification/equine/index_en.htm), haettu 17.10.2016, päivitetty 14.9.2016.

Euroopan komissio (2016b). [http://ec.europa.eu/food/safety/official\\_controls/food\\_fraud/horse\\_meat\\_en](http://ec.europa.eu/food/safety/official_controls/food_fraud/horse_meat_en), haettu 8.11.2016, päivitetty 7.11.2016.

Euroopan komissio (2016c). [http://ec.europa.eu/food/safety/official\\_controls/food\\_fraud/horse\\_meat/qanda\\_en](http://ec.europa.eu/food/safety/official_controls/food_fraud/horse_meat/qanda_en), haettu 8.11.2017, päivitetty 8.11.2017.

Euroopan komissio (2017). RASFF -food and feed safety alerts. [http://ec.europa.eu/food/safety/rasff\\_en](http://ec.europa.eu/food/safety/rasff_en), haettu 3.1.2017.

Euroopan komission asetus (EY) N:o 2075/2005, annettu 5 päivänä joulukuuta 2005, virallisia lihan trikiinitarkastuksia koskevista erityissäännöistä. Euroopan unionin virallinen lehti L 338, 22.12.2005: 60–82. [http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=uriserv:OJ.L\\_.2005.338.01.0060.01.FIN&toc=OJ:L:2005:338:TOC](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2005.338.01.0060.01.FIN&toc=OJ:L:2005:338:TOC), haettu 28.11.2016.

Euroopan komission asetus (EY) N:o 504/2008, annettu 6 päivänä kesäkuuta 2008, neuvoston direktiivien 90/426/ETY ja 90/427/ETY täytäntöönpanosta hevoseläinten tunnistusmenetelmien osalta. Euroopan unionin virallinen lehti L 149, 7.6.2008: 3. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008R0504-20141121&from=EN>, haettu 17.10.2016.

Euroopan komission asetus (EU) N:o 206/2010, annettu 12 päivänä maaliskuuta 2010, sellaisten kolmansien maiden ja alueiden tai niiden osien luetteloiden vahvistamisesta, joista on sallittua tuoda Euroopan unionin alueelle tiettyjä eläimiä ja tuoretta lihaa, sekä eläinlääkärintodistuksia koskevista vaatimuksista. Euroopan unionin virallinen lehti L 73, 20.3.2010: 1–121. [http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=uriserv:OJ.L\\_.2010.073.01.0001.01.FIN&toc=OJ:L:2010:073:TOC](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2010.073.01.0001.01.FIN&toc=OJ:L:2010:073:TOC), haettu 5.1.2017.

Euroopan komission asetus (EU) N:o 16/2011, annettu 10 päivänä tammikuuta 2011, täytäntöönpanotoimenpiteistä elintarvikkeita ja rehuja koskevaa nopeaa hälytysjärjestelmää varten. Euroopan unionin virallinen lehti L 6, 11.1.2011: 7–10. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:006:0007:0010:FI:PDF>, haettu 4.1.2017.

Euroopan komission päätös 93/623/ETY, tehty 20 päivänä lokakuuta 1993, rekisteröityjen hevoseläinten mukana seuraavasta tunnistusasiakirjasta (passista). Euroopan yhteisöjen virallinen lehti L 298, 3.12.1993: 45–55. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:31993D0623&from=en>, haettu 28.11.2016.

Euroopan komission päätös 2004/292/EY, tehty 30 päivänä maaliskuuta 2004, Traces-järjestelmän käyttöönotosta ja päätöksen 92/486/ETY muuttamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti L 94, 31.3.2004: 63–64. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004D0292&from=EN>, haettu 4.1.2017.

Euroopan komission täytäntöönpanoasetus (EU) N:o 1114/2014, annettu 21 päivänä lokakuuta 2014, virallisia lihan trikiinitarkastuksia koskevista erityissäännöistä annetun asetuksen (EY) N:o 2075/2005 muuttamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti L302, 22.10.2014: 46–50. <http://eurlex.europa.eu/legalcontent/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R1114&from=FI>, haettu 22.6.2016.

Euroopan komission täytäntöönpanoasetus (EU) N:o 2015/262, annettu 17 päivänä helmikuuta 2015, neuvoston direktiivien 90/427/ETY ja 2009/156/EY mukaisten sääntöjen vahvistamisesta hevoseläinten tunnistusmenetelmien osalta (hevospassista annettu asetus). Euroopan unionin virallinen lehti L 59, 3.3.2015: 1–59. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R0262&from=FI>, haettu 28.11.2016.

Euroopan komission täytäntöönpanoasetus (EU) N:o 2015/1375, annettu 10 päivänä elokuuta 2015, virallisia lihan trikiinitarkastuksia koskevista erityissäännöistä. Euroopan unionin virallinen lehti L 212, 11.8.2015: 7–34. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015R1375&from=EN>, haettu 2.11.2016.

Euroopan komission täytäntöönpanoasetus (EU) N:o 2016/1843, annettu 18 päivänä lokakuuta 2016, siirtymätoimenpiteistä sovellettaessa Euroopan parlamentin ja

neuvoston asetusta (EY) N:o 882/2004 siltä osin kuin on kyse virallista testausta *Trichinellan* varalta suoritettavien virallisten laboratoriodien akkreditoinnista. Euroopan unionin virallinen lehti L 282, 19.10.2016: 38–39. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016R1843&from=FI>, haettu 1.2.2017.

Euroopan neuvoston direktiivi 64/433/ETY, annettu 26 päivänä kesäkuuta 1964, terveyttä koskevista ongelmista yhteisön sisäisessä tuoreen lihan kaupassa. Euroopan yhteisöjen virallinen lehti 121, 29.7.1964: 89–98. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:31964L0433&from=en>, haettu 2.2.2017.

Euroopan neuvoston direktiivi 72/462/ETY, annettu 12 päivänä joulukuuta 1972, terveyttä ja eläinten terveyttä koskevista ongelmista nautaeläinten sekä sikojen ja tuoreen lihan tuonnissa kolmansista maista. Euroopan yhteisöjen virallinen lehti L 302, 31.12.1972: 28–54. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:31972L0462&from=FR>, haettu 28.11.2016.

Euroopan neuvoston direktiivi 77/96/ETY, annettu 21 päivänä joulukuuta 1976, kolmansista maista tuotavan siansukuisista kotieläimistä peräisin olevan tuoreen lihan trikiinitutkimuksesta. Euroopan unionin virallinen lehti L 26, 31.1.1977: 67–77. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:31977L0096&from=EN>, haettu 26.11.2016.

Euroopan neuvoston direktiivi 90/427/ETY, annettu 26 päivänä kesäkuuta 1990, jalostusta ja polveutumista koskevista edellytyksistä yhteisön sisäisessä hevoseläinten kaupassa. Euroopan yhteisöjen virallinen lehti L 224, 18.8.1990: 55–59. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:31990L0427&from=en>, haettu 28.11.2016.

Euroopan neuvoston direktiivi 2009/156/EY, annettu 30 päivänä marraskuuta 2009, eläinten terveyttä koskevista vaatimuksista elävien hevoseläinten liikkuvuuden ja kolmansista maista tapahtuvan tuonnin osalta. Euroopan unionin virallinen lehti L 192,

23.7.2010: 1–24. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0156&from=EN>, haettu 28.11.2016.

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 999/2001, annettu 22 päivänä toukokuuta 2001, tiettyjen tarttuvien spongiformisten enkefalopatioiden ehkäisyä, valvontaa ja hävittämistä koskevista säännöistä. Euroopan yhteisöjen virallinen lehti L 147, 31.5.2001: 1–40. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32001R0999&from=FI>, haettu 1.2.2017.

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 178/2002, annettu 28 päivänä tammikuuta 2002, elintarvikelainsäädäntöä koskevista yleisistä periaatteista ja vaatimuksista, Euroopan elintarviketurvallisuusviranomaisen perustamisesta sekä elintarvikkeiden turvallisuuteen liittyvistä menettelyistä. Euroopan unionin virallinen lehti L 31, 1.2.2002: 1–24. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002R0178&from=EN>, haettu 22.11.2016.

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 852/2004, annettu 29 päivänä huhtikuuta 2004, elintarvikehygieniasta. Euroopan unionin virallinen lehti L 139, 30.4.2004: 1–54. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R0852&from=FI>, haettu 28.11.2016.

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 853/2004, annettu 29 päivänä huhtikuuta 2004, eläinperäisiä elintarvikkeita koskevista erityisistä hygieniasäännöistä. Euroopan unionin virallinen lehti L 139, 30.4.2004: 55–205. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R0853&from=FI>, haettu 3.11.2016.

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 854/2004, annettu 29 päivänä huhtikuuta 2004, ihmisravinnoksi tarkoitettujen eläinperäisten tuotteiden virallisen valvonnan järjestämistä koskevista erityissäännöistä. Euroopan unionin virallinen lehti

L 139, 30.4.2004: 206–320. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R0854&from=FI>, haettu 28.11.2016.

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EY) N:o 882/2004, annettu 29 päivänä huhtikuuta 2004, rehu- ja elintarvikelainsäädännön sekä eläinten terveyttä ja hyvinvointia koskevien sääntöjen mukaisuuden varmistamiseksi suoritetusta virallisesta valvonnasta. Euroopan unionin virallinen lehti L 165, 30.4.2004: 1–141. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R0882&from=FI>, haettu 28.11.2016.

Euroopan parlamentin ja neuvoston asetus (EU) N:o 1169/2011, annettu 25 päivänä lokakuuta 2011, elintarviketietojen antamisesta kuluttajille, Euroopan parlamentin ja neuvoston asetusten (EY) N:o 1924/2006 ja (EY) N:o 1925/2006 muuttamisesta sekä komission direktiivin 87/250/ETY, neuvoston direktiivin 90/496/ETY, komission direktiivin 1999/10/EY, Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivin 2000/13/EY, komission direktiivien 2002/67/EY ja 2008/5/EY sekä komission asetuksen (EY) N:o 608/2004 kumoamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti L 304, 22.11.2011: 18–63. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R1169&from=FI>, haettu 3.1.2017.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 1999/3/EY, annettu 22 päivänä helmikuuta 1999, ionisoivalla säteilyllä käsiteltyjä elintarvikkeita ja elintarvikkeiden ainesosia koskevan yhteisön luettelon vahvistamisesta. Euroopan yhteisöjen virallinen lehti L 66, 13.3.1999: 24–25. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:31999L0003&from=EN>, haettu 22.11.2016.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2003/99/EY, annettu 17 päivänä marraskuuta 2003, tiettyjen zoonosien ja niiden aiheuttajien seurannasta, neuvoston päätöksen 90/424/ETY muuttamisesta ja neuvoston direktiivin 92/117/ETY kumoamisesta. Euroopan unionin virallinen lehti L 325, 12.12.2003: 31–40. [eur-](#)



[lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003L0099&from=FI](http://lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003L0099&from=FI), haettu 2.11.2016.

Evira (2010). Eviran julkaisuja 1/2010: Elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat. [https://www.evira.fi/globalassets/tietoa-evirasta/julkaisut/julkaisusarjat/elintarvikkeet/elintarvikkeiden mikrobiologiset vaarat.pdf](https://www.evira.fi/globalassets/tietoa-evirasta/julkaisut/julkaisusarjat/elintarvikkeet/elintarvikkeiden_mikrobiologiset_vaatat.pdf), haettu 25.10.2016.

Evira (2011). Ajankohtaista asiaa vertailulaboratoriosta 1/2011. [https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:nmBvbialdTkJ:https://www.evira.fi/files/attachments/fi/evira/lomakkeet\\_ja\\_ohjeet/elintarvikkeet/elintarvike\\_ja\\_rehututkimus/mibi/eviran\\_vertailulaboratoriotoiminnan\\_infokirje\\_1\\_2011.doc+&cd=1&hl=fi&ct=clnk&gl=fi&client=firefox-b](https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:nmBvbialdTkJ:https://www.evira.fi/files/attachments/fi/evira/lomakkeet_ja_ohjeet/elintarvikkeet/elintarvike_ja_rehututkimus/mibi/eviran_vertailulaboratoriotoiminnan_infokirje_1_2011.doc+&cd=1&hl=fi&ct=clnk&gl=fi&client=firefox-b), haettu 26.10.2016.

Evira (2014). Hevosenlihaa sisältävät elintarvikkeet. <https://www.evira.fi/elintarvikkeet/tuonti-ja-vienti/eun-jasenmaat-norja-ja-sveitsi/ensisaapumisvalvonta/usein-kysyttya/hevosenliha/>, haettu 25.7.2016, päivitetty 6.4.2016.

Evira (2015). Ajankohtaista asiaa vertailulaboratoriosta 3/2015. [https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi68vD14YnQAhXICSwKHf8dCDgQFggeMAE&url=https%3A%2F%2Fwww.evira.fi%2Fglobalassets%2Ftietoa-evirasta%2Fesittely%2Ftoiminta%2Fvertailulaboratoriotoiminta%2Fuutiskirjeet%2Fvertailulaboratorion\\_infokirje\\_3\\_2015.doc&usg=AFQjCNEz2ho7HLGs8TI\\_yl\\_eyfdjqEAojQ&bvm=bv.137132246,d.bGg](https://www.google.fi/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwi68vD14YnQAhXICSwKHf8dCDgQFggeMAE&url=https%3A%2F%2Fwww.evira.fi%2Fglobalassets%2Ftietoa-evirasta%2Fesittely%2Ftoiminta%2Fvertailulaboratoriotoiminta%2Fuutiskirjeet%2Fvertailulaboratorion_infokirje_3_2015.doc&usg=AFQjCNEz2ho7HLGs8TI_yl_eyfdjqEAojQ&bvm=bv.137132246,d.bGg), haettu 2.11.2016.

Evira (2016a). Elintarvikkeiden säteilytys. <https://www.evira.fi/elintarvikkeet/tietoa-elintarvikkeista/kasittely-ja-sailyttaminen/sailyvyyden-parantaminen/sateilyttaminen/>, haettu 5.9.2016, päivitetty 14.4.2016.

Evira (2016b). Trikinelloosi. <https://www.evira.fi/elaimet/elainten-terveys-ja-elaintaudit/elaintaudit/usealle-elainlajeille-yhteiset-taudit/trikinelloosi/>, haettu 6.9.2016, päivitetty 11.4.2016.

Evira (2016c). Hevoseläimet: Hevoseläinten tunnistamista koskevat uudet vaatimukset. <https://www.evira.fi/elaimet/elainsuojelu-ja-elainten-pito/merkitseminen-ja-rekisterointi/hevoselaimet/>, haettu 17.10.2016, päivitetty 29.6.2016.

Evira (2016d). Lihantarkastus: lainsäädäntö ja ohjeet. <https://www.evira.fi/elintarvikkeet/valmistus-ja-myynti/valvonta/lihantarkastus/lainsaadanto-ja-ohjeet/>, haettu 25.10.2016.

Evira (2016e). Hyväksytyt laboratoriot: Trikiinitutkimukset. <https://www.evira.fi/tietoa-evirasta/esittely/toiminta/laboratoriotoiminta/eviran-hyvaksymat-laboratoriot/hyvaksytyt-laboratoriot/trikiinitutkimukset/>, haettu 27.10.2016

Evira (2016f). Eviran ohje 15509/3: Hevosten lääkitysopas. [https://www.evira.fi/globalassets/tietoa-evirasta/julkaisut/opaat/hevosten\\_lakitysopas\\_eviran\\_ohje\\_15509\\_3\\_vr\\_2.pdf](https://www.evira.fi/globalassets/tietoa-evirasta/julkaisut/opaat/hevosten_lakitysopas_eviran_ohje_15509_3_vr_2.pdf), haettu 25.11.2016.

Evira (2016g). Eläimistä saatavien elintarvikkeiden tuonti EU:n ulkopuolisista maista. <https://www.evira.fi/elintarvikkeet/tuonti-ja-vienti/tuonti-eun-ulkopuolelta/>, haettu 3.1.2017, päivitetty 2.5.2016.

Evira (2016h). Tuoreen lihan tuonti. <https://www.evira.fi/elintarvikkeet/tuonti-ja-vienti/tuonti-eun-ulkopuolelta/tuoreen-lihan-tuonti/>, haettu 4.1.2017, päivitetty 30.12.2016.

Evira (2016i). Eläinlääkinnällinen rajatarkastus tuonnissa kolmansista maista. <https://www.evira.fi/elintarvikkeet/tuonti-ja-vienti/tuonti-eun-ulkopuolelta/elainlaakinnallinen-rajatarkastus/>, haettu 4.1.2017, päivitetty 16.11.2016.

Evira (2016j). Elintarvikkeita ja rehuja koskeva nopea hälytysjärjestelmä RASFF.  
<https://www.evira.fi/elintarvikkeet/valmistus-ja-myynti/valvonta/rasff-jarjestelma/>,  
haettu 5.1.2017, päivitetty 13.4.2016.

FAO (2013). Summary risk profile on *Trichinella* in meat.  
[http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/agns/pdf/Foodborne\\_parasites/RiskProfTrichinellaOct2013.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/agns/pdf/Foodborne_parasites/RiskProfTrichinellaOct2013.pdf), haettu 25.6.2016.

Forbes LB & Gajadhar AA. A Validated *Trichinella* digestion assay and an associated sampling and quality assurance system for use in testing pork and horse meat. J Food Protect 1999, 62: 1308–1313.

Forbes LB, Parker S, Scandrett WB. Comparison of a modified digestion assay with trichinosis for the detection of *Trichinella* larvae in pork. J Food Protect 2003, 66: 1043–1046.

Forbes LB, Hill DE, Parker S, Tessaro SV, Gamble HR, Gajadhar AA. Complete validation of a unique digestion assay to detect *Trichinella* larvae in horse meat demonstrates the reliability of this assay for meeting food safety and trade requirements. J Food Protect 2008, 71: 558–563.

Fröscher W, Gullotta F, Saathoff M, Tackmann W. Chronic Trichinosis. Clinical, bioptic, serological and electromyographic observations. Eur Neurol 1988, 28: 221–226.

FSA (2015). Food standards agency: FSA welcomes horse meat sentencing.  
<https://www.food.gov.uk/news-updates/news/2015/13747/fsa-welcomes-horsemeat-sentencing>, haettu 22.11.2016, päivitetty 23.3.2015.

Gajadhar AA, Pozio E, Gamble HR, Nöckler K, Maddox-Hyttel C, Forbes L B, Vallée I, Rossi P, Marinculić A, Boireau P. *Trichinella* diagnostics and control: mandatory and best practices for ensuring food safety. Vet Parasitol 2009, 159: 197–205.

Gamble HR, Gajadhar AA, Solomon MB. Methods for the detection of trichinellosis in horses. J Food Protect 1996, 59: 420–425.

Gamble HR, Bessonov AS, Cuperlovic K, Gajadhar AA, van Knapen R, Nöckler K, Schenone H, Zhu X. International Commission on Trichinellosis: Recommendations on methods for the control of *Trichinella* in domestic and wild animals intended for human consumption. Vet Parasitol 2000, 93: 393–408.

Gamble HR, Pozio E, Bruschi F, Nöckler K, Kapel CMO, Gajadhar AA. International Commission on Trichinellosis: recommendations on the use of serological tests for the detection of *Trichinella* infection in animals and man. Parasite 2004, 11: 3–13.

Geerts S, de Borchgrave J, Dorny P, Brandt J. Trichinellosis: old facts and new developments. Verh K Acad Geneesk Belg 2002, 64: 233–250.

Giessen van der J, Franssen F, Fonville M, Kortbeek T, Beckers P, Tolsma P, Stenvers O, Teunis P, Takumi K. How safe is the meat inspection based on artificial digestion of pooled samples for *Trichinella* in pork? A scenario from wildlife to a human patient in a non-endemic region of Europe. Vet Parasitol 2013, 194: 110–112.

Gill CO. Safety and storage stability of horse meat for human consumption. Meat Sci 2005, 71: 506–513.

Gomés-Morales MA, Ludovisi A, Amati M, Blaga R, Zivojivonic M, Ribicich M, Pozio E. A distinctive Western blot pattern to recognize *Trichinella* infections in humans and pigs. Int J Parasitol 2012, 42: 1017–1023.

Gottstein B, Pozio E, Nöckler K. Epidemiology, diagnosis, treatment, and control of trichinellosis. Clin Microbiol Rev 2009, 22: 127–145.

Haeghebaert S, Servat M, Duchon C, Minet JC, Agrech AE, Thièse I et al. Outbreak of trichinellosis in the Midi-Pyrénées region of France, January–March 1998. *Euro Surveill* 1998, 3: 83–85.

Hemery C & Haeghebaert S. New outbreak of trichinellosis in the Midi-Pyrénées region of France, September–October 1998. *Euro Surveill* 1999, 4: 13–14.

Hevostietokeskus (2005). Hevosen hävittäminen. [http://www.hevostietokeskus.fi/uploads/files/hevosen\\_havittaminen.pdf](http://www.hevostietokeskus.fi/uploads/files/hevosen_havittaminen.pdf), haettu 3.1.2017.

Hill DE, Forbes L, Kramer M, Gajadhar A, Gamble HR. Larval viability and serological response in horses with long-term *Trichinella spiralis* infection. *Vet Parasitol* 2007, 146: 107–116.

Hippolis, Suomen Hippos ry, Suomen Ratsastajainliitto ry, Luke Hevostalous (2015). Hevostalous lukuina 2015. [http://www.hippos.fi/files/14454/Hevostalous\\_lukuina\\_2015.pdf](http://www.hippos.fi/files/14454/Hevostalous_lukuina_2015.pdf), haettu 27.6.2016.

ICT (2007). Recommendations on methods for the control of *Trichinella* in domestic and wild animals intended for human consumption. [http://www.trichinellosis.org/uploads/ICT\\_Recommendations\\_for\\_Control\\_English.pdf](http://www.trichinellosis.org/uploads/ICT_Recommendations_for_Control_English.pdf), haettu 4.11.2016.

ICT (2016). International Commission on Trichinellosis. <http://www.trichinellosis.org/>, haettu 25.8.2016.

Jansen A, Schönberg I, Stark K, Nöckler K. Epidemiology of trichinellosis in Germany, 1996–2006. *Vector-Borne Zoono* 2008, 8: 189–196.

Jokiranta S (2013). Lääkärin käsikirja: trikinelloosi. [http://www.terveysportti.fi/libproxy.helsinki.fi/dtk/ltk/koti?p\\_artikkeli=ykt00021&p\\_haku=trikiini](http://www.terveysportti.fi/libproxy.helsinki.fi/dtk/ltk/koti?p_artikkeli=ykt00021&p_haku=trikiini), haettu 12.7.2016.

Kapel CMO. Changes in the EU legislation on *Trichinella* inspection—new challenges in the epidemiology. Vet Parasitol 2005, 132: 189–194.

Kauppa- ja teollisuusministeriön asetus 1084/2004, annettu Helsingissä 2 päivänä joulukuuta 2004, elintarvikkeiden pakkausmerkinnöistä.  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2004/20041084#Pidp2833792>, haettu 3.1.2017.

Knapen van F. Control of trichinellosis by inspection and farm management practices. Vet Parasitol 2000, 93: 385–392.

Kociecka W. Trichinellosis: human disease, diagnosis and treatment. Vet Parasitol 2000, 93: 365–383.

Kohler G & Ruitenberg EJ. Comparison of three methods for the detection of *Trichinella spiralis* infections in pigs by five European laboratories. Bull World Health Organ 1974, 50: 413–419.

Krivokapich SJ, Pozio E, Gatti GM, Prous CL, Ribicich M, Marucci G, La Rosa G, Confalonieri V. *Trichinella patagoniensis* n. sp. (Nematoda), a new encapsulated species infecting carnivorous mammals in South America. Int. J Parasitol 2012, 42: 903–910.

La Rosa G, Marucci G, Zarlenga DS, Pozio E. *Trichinella pseudospiralis* populations of the Palearctic region and their relationship with populations of the Nearctic and Australian regions. Int J Parasitol 2001, 31: 297–305.

La Rosa G, Marucci G, Pozio E. Biochemical analysis of encapsulated and non-encapsulated species of *Trichinella* (Nematoda, *Trichinellidae*) from cold- and warm-blooded animals reveals a high genetic divergence in the genus. Parasitol Res 2003, 91: 462–466.

Lappalainen E (2013). Poutun toimitusjohtaja: ”Hevosenliha on aina kuulunut palkittuihin wursteihimme”. Lehtiartikkeli Talouselämä-lehdessä.  
<http://www.talouselama.fi/uutiset/poutun-toimitusjohtaja-hevosenliha-on-aina-kuulunut-palkittuihin-wursteihimme-3435274>, haettu 13.2.2017, päivitetty 26.8.2015.

Laurichesse H, Cambon M, Perre D, Ancelle T, Mora M, Hubert B et al. Outbreak of trichinosis in France associated with eating horse meat. Commun Dis Rep CDR Wkly 1997, 7: 69–73.

Li F, Cui J, Wang Z-Q, Jiang P. Sensitivity and optimization of artificial digestion in the inspection of meat for *Trichinella spiralis*. Foodborne Pathog Dis 2010, 7: 879–885.

Liciardi M, Marucci G, Addis G, Ludovisi A, Gomez Morales MA, Deiana B, Gabaj W, Pozio E. *Trichinella britovi* and *Trichinella spiralis* mixed infection in a horse from Poland. Vet Parasitol 2009, 161: 345–348.

Lihatiedotus (2016a). Makkaran ainesosat. <http://www.lihatiedotus.fi/lihantuotanto/makkara/makkaran-ainesosat.html>, haettu 3.1.2017, päivitetty 6/2016.

Lihatiedotus (2016b). Kestomakkarat. <http://www.lihatiedotus.fi/lihantuotanto/makkara/makkaraluokat/kestomakkarat.html>, haettu 3.1.2017, päivitetty 6/2016.

Lorenzo JM, Crecente S, Franco D, Sarriés MV, Gomés M. The effect of livestock production system and concentrate level on carcass traits and meat quality of foals slaughtered at 18 months of age. Animal 2014, 8: 494–503.

Luke (2015). Luonnonvarakeskuksen tilastotietokanta. [http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE\\_02%20Maatalous\\_04%20Tuotanto\\_06%20Lihantuotanto/02\\_Lihantuotanto\\_teurastamoissa\\_v.px/table/tableViewLayout1/?rxid=47bb6865-c123-4ad4-aec4-982e98cd90ae](http://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/LUKE_02%20Maatalous_04%20Tuotanto_06%20Lihantuotanto/02_Lihantuotanto_teurastamoissa_v.px/table/tableViewLayout1/?rxid=47bb6865-c123-4ad4-aec4-982e98cd90ae), haettu 26.7.2016.

Maillot E. Trichinellosis associated with the consumption of horse meat: European regulations and risk management. Euro Surveill. 1998, 3: 121.

<http://www.eurosurveillance.org/ViewArticle.aspx?ArticleId=121>, haettu 21.6.2016.

Malakauskas A & Kapel CM. Tolerance to low temperatures of domestic and sylvatic *Trichinella* spp. in rat muscle tissue. J Parasitol 2003, 89: 744–748.

Mantovani A, Filippini I, Bergomi S. Indagini su un'epidemia di trichinellosi umana verificatasi in Italia. Parassitologia 1980, 22: 107–34.

Marazza V. Quelques observations sur la trichinellose humaine ayant pour origine probable la consommation de viande de cheval en Italie. Rev Sci Tech Off Int Epiz 1987, 6: 199–218.

Marucci G, Tonanzi D, Cherchi S, Galati F, Bella A, Interisano M, Ludovisi A, Amati A, Pozio E. Proficiency testing to detect *Trichinella* larvae in meat in the European Union. Vet Parasitol 2016, 231: 145–149.

Maa- ja metsätalousministeriön asetus 880/2009, annettu Helsingissä 12 päivänä marraskuuta 2009, hevoseläinten tunnistamisesta ja merkitsemisestä.

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2009/20090880>, haettu 17.10.2016.

Maa- ja metsätalousministeriön asetus 590/2014, annettu Helsingissä 10 päivänä heinäkuuta 2014, lihintarkastuksesta. <http://www.finlex.fi/fi/>

[laki/alkup/2014/20140590](http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2014/20140590), haettu 2.11.2016.

MMM:n työryhmän selvitys (2007). Maa- ja metsätalousministeriön 1.3.2007 asettama työryhmä. Selvitys eri vaihtoehtoista hevosten teurastamisen järjestämiseksi.

[http://mmm.fi/documents/1410837/1790809/trm2007\\_17\\_hevosten\\_teurastaminen.pdf/632e3fd4-48e6-460e-b25f-0ae0797690f6](http://mmm.fi/documents/1410837/1790809/trm2007_17_hevosten_teurastaminen.pdf/632e3fd4-48e6-460e-b25f-0ae0797690f6), haettu 17.10.2016.



Murrell KD & Pozio E. Trichinellosis: the zoonosis that won't go quietly. *Int J Parasitol* 2000, 30: 1339–1349.

Murrell KD & Pozio E. Worldwide occurrence and impact of human trichinellosis, 1986–2009. *Emerg Infect Dis* 2011, 17: 2194–2202.

Murrell KD, Lichtenfels RJ, Zarlenga DS, Pozio E. The systematics of the genus *Trichinella* with a key to species. *Vet Parasitol* 2000, 93: 293–307.

Murrell KD, Djordjevic M, Cuperlovic K, Sofronic Lj, Savic M, Djordjevic M, Damjanovic S. Epidemiology of *Trichinella* infection in the horse: the risk from animal product feeding practices. *Vet Parasitol* 2004, 123: 223–233.

Nagano I, Zhiliang W, Takahashi Y. Functional genes and proteins of *Trichinella* spp. *Parasitol Res* 2009, 104: 197–207.

Näreaho A. Experimental and immunological comparison of *Trichinella spiralis* and *Trichinella nativa*. Väitöskirja, Helsingin yliopisto, Eläinlääketieteellinen tiedekunta, Hakapaino Oy, Helsinki 2006. <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/ela/perus/vk/nareaho/experime.pdf>, haettu 23.12.2016.

Nöckler K, Pozio E, Woigt WP, Heidrich J. Detection of *Trichinella* Infection in Food Animals. *Vet Parasitol* 2000, 93: 335–350.

Nöckler K, Hamidi A, Fries R, Heidrich J, Beck R, Marinculic A. Influence of methods for *Trichinella* detection in pigs from endemic and non-endemic European region. *J Vet Med B Infect Dis Vet Public Health* 2004, 51: 297–301.

OIE (2010). Terrestrial Manual 2010. Principles and methods of validation of diagnostic assays for infectious diseases. [http://web.oie.int/eng/normes/MANUAL/2008/pdf/1.1.04\\_VALID.pdf](http://web.oie.int/eng/normes/MANUAL/2008/pdf/1.1.04_VALID.pdf), haettu 8.7.2016.

OIE (2012). Manual of diagnostic tests and vaccines for terrestrial animals 2016: chapter 2.1.20. Trichinellosis (infection with *Trichinella* spp.). [http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health\\_standards/tahm/2.01.20\\_TRICHINELLOSIS.pdf](http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/2.01.20_TRICHINELLOSIS.pdf), haettu 22.6.2016.

OIE (2013). Terrestrial Manual 2013. Principles and methods of validation of diagnostic assays for infectious diseases. [http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health\\_standards/tahm/1.01.06\\_VALIDATION.pdf](http://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/Health_standards/tahm/1.01.06_VALIDATION.pdf), haettu 8.7.2016.

Oivanen L. Endemic trichinellosis – experimental and epidemiological studies. Väitöskirja, Helsingin yliopisto, Eläinlääketieteellinen tiedekunta, Yliopistopaino, Helsinki 2005. <https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/19030/endemict.pdf?sequence=2>, haettu 13.2.2017.

Oivanen L, Mikkonen T, Haltia L, Karhula H, Saloniemi H, Sukura A. Persistence of *Trichinella spiralis* in rat carcasses experimentally mixed in different feed. Acta Vet Scand 2002a, 43: 203–210.

Oivanen L, Kapel CM, Pozio E, La Rosa G, Mikkonen T, Sukura A. Associations between *Trichinella* species and host species in Finland. J Parasitol 2002b, 88: 84–88.

Parravicini M, Grampa A, Salmini G, Parravicini U, Dietz A, Montanari M. Focolaio epidemico di trichinosi da carne di cavallo. Giornale di Malattie Infettive e Parassitarie 1986, 38: 482–487.

Patel N, Kreider T, Urban JF Jr, Gause WC. Characterisation of effector mechanisms at the host-parasite interface during the immune response to tissue-dwelling intestinal nematode parasites. *Int J Parasitol* 2009, 39: 13–21.

Pozio E. Focolaio di trichinellosi umana a Barletta (Ba). *Arch Vet Ital* 1991, 42: 73.

Pozio E. Trichinellosis in the European Union: Epidemiology, ecology and economic impact. *Parasitol Today* 1998, 14: 35–38.

Pozio E. Is Horsemeat trichinellosis an emerging disease in the EU? *Parasitol Today* 2000, 16: 266.

Pozio E. New patterns of *Trichinella* infection. *Vet Parasitol* 2001, 98: 133–148.

Pozio E. The broad spectrum of *Trichinella* hosts: from cold- to warm-blooded animals. *Vet Parasitol* 2005, 132: 3–11.

Pozio E. Taxonomy, biology and epidemiology of *Trichinella* parasites. Teoksessa Dupouy-Camet J, Murrell KD: FAO/WHO/OIE guidelines for the surveillance, management, prevention and control of trichinellosis, OIE Paris, 2007a: 1–35.

Pozio E. World distribution of *Trichinella* spp. infections in animals and humans. *Vet Parasitol* 2007b, 149: 3–21.

Pozio E. The opportunistic nature of *Trichinella* –exploitation of new geographies and habitats. *Vet Parasitol* 2013, 194: 128–132.

Pozio E. *Trichinella* spp. imported with live animals and meat. *Vet Parasitol* 2015, 213: 46–55.

Pozio E & Murrell KD. Systematics and epidemiology of *Trichinella*. Adv Parasitol 2006, 63: 367–439.

Pozio E & Zarlenga DS. New pieces of the *Trichinella* puzzle. Int J Parasitol 2013, 43: 983–997.

Pozio E, Capelli O, Marchesi L, Valeri P, Rossi P. Third outbreak of trichinellosis caused by consumption of horse meat in Italy. Ann Parasitol Hum Comp 1987, 63: 48–53.

Pozio E, Celano GV, Sacchi L, Pavia C, Rossi P, Tamburrini A, Corona S, La Rosa G. Distribution of *Trichinella spiralis* larvae in muscles from a naturally infected horse. Vet Parasitol 1998a, 74: 19–27.

Pozio E, Sacchini D, Boni P, Tamburrini A, Alberici F, Paterlini F. Human outbreak of trichinellosis associated with the consumption of horsemeat in Italy. Euro Surveill 1998b, 3: 85–86.

Pozio E, Tamburrini A, La Rosa G. Horse trichinellosis, an unresolved puzzle. Parasite 2001, 8: 263–265.

Pozio E, Sofronic-Milosavljevic E, Gomez Morales MA, Boireau P, Nöckler K. Evaluation of ELISA and Western blot analysis using three antigens to detect anti-*Trichinella* IgG in horses. Vet Parasitol 2002, 108: 163–178.

Pozio E, Gomez Morales MA, Dupouy-Camet J. Clinical aspects, diagnosis and treatment of trichinellosis. Expert Rev Anti Infect Ther 2003, 1: 471–482.

Pozio E, Hoberg E, La Rosa G, Zarlenga DS. Molecular taxonomy, phylogeny and biogeography of nematodes belonging to the *Trichinella* genus. Infect Genet Evol 2009a, 9: 606–16.

Pozio E, Rinaldi L, Marucci G, Musella V, Galati F, Cringoli G, Boireau P, La Rosa G. Hosts and habitats of *Trichinella spiralis* and *Trichinella britovi* in Europe. Int J Parasitol 2009b, 39: 71–79.

Romarís F, Escalante M, Lorenzo S, Bonay P, Gárate T, Leiro J, Ubeira FM. Monoclonal antibodies raised in Btk<sup>xid</sup> mice reveal new antigenic relationships and molecular interactions among gp53 and other *Trichinella* glycoproteins. Mol Biochem Parasitol 2002, 125: 173–183.

Ruitenbergh E J, Steerenberg P A, Brosi B J M, Buys J. Serodiagnosis of *Trichinella spiralis* infections in pigs by enzyme-linked immunosorbent assays. B World Health Organ 1974, 51: 108–109.

Sadaow L, Tantrawatpan C, Intapan PM, Lulitanond V, Boonmars T, Morakote N, Pozio E, Maleewong W. Molecular differentiation of *Trichinella spiralis*, *T. pseudospiralis*, *T. papuae* and *T. zimbabwensis* by pyrosequencing. J Helminthol 2015, 89: 118–123.

Sandoval LOF, Carcía MLC, Hernández GR, Carcía MAM, Cardoso EJ. Molecular similarities and differences between *Trichinella* spp., isolated from canine skeletal muscles in Zacatecas, Mexico. Exp Parasitol 2012, 131: 148–152.

Sarriés MV & Beriain MJ. Carcass characteristics and meat quality of male and female foals. Meat Sci 2005, 70: 141–152.

Segliņa Z, Bakasejevs E, Dekšne G, Spuņģis V, Kurjušina M. New finding of *Trichinella britovi* in a European beaver (*Castor fiber*) in Latvia. Parasitol Res 2015, 114: 3171–3173.

Seneghini F (2007). Nelle scuole finlandesi, dove l'economia domestica è roba (anche) da maschi. <http://reportage.corriere.it/esteri/2015/nelle-scuole-finlandesi-dove-leconomia-domestica-e-roba-anche-da-maschi/>, haettu 1.4.2017.

Sluyter FJH. Traceability of Equidae: a population in motion. Rev Sci Tech Off Int Epiz. 2001, 20: 500–509.

Smith HJ & Snowdon KE. Experimental *Trichinella* infections in ponies. Canadian J Vet Res 1987, 51: 415–416.

Suzuki T, Sasaki T, Takagi H, Sato K, Ueda K. The effectors responsible for gastrointestinal nematode parasites, *Trichinella spiralis*, expulsion in rats. Parasitol Res 2008, 103: 1289–1295.

Takumi K, Teunis P, Fonville M, Vallee I, Boireau P, Nöckler K, Giessen van der J. Transmission risk of human trichinellosis. Vet Parasitol 2009, 159: 324–327.

Tateo A, De Palo P, Ceci E, Centoducati P. Physicochemical properties of meat of Italian Heavy Draft horses slaughtered at the age of eleven months. J Anim Sci 2008, 86: 1205–1214.

Taylor MA, Coop RL, Wall RL. Veterinary Parasitology. 3. p. Blackwell Publishing Ltd, Oxford 2007: 324–326.

Touratier L. A challenge of veterinary public health in the European Union: human trichinellosis due to horse meat consumption. Parasite 2001, 8: 252–256.

Ulkoasiainministeriö (2015). Suomen tie EU:n jäseneksi. <http://eurooppatiedotus.fi/public/default.aspx?nodeid=37838&contentlan=1&culture=fi-FI>, haettu 3.1.2017, päivitetty 6.8.2015.

Valtioneuvoston asetus 152/2015, annettu Helsingissä 19 päivänä helmikuuta 2015, elintarvikelain, rehulain ja terveydensuojelulain nojalla tutkimuksia tekevästä laboratorioista. <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2015/20150152>, haettu 28.10.2016.

Wang ZQ & Cui J. The epidemiology of human trichinellosis in China during 1964–1999. *Parasite* 2001, 8: 63–66.

Wang ZQ, Li LZ, Jiang P, Liu LN, Cui J. Molecular identification and phylogenetic analysis of *Trichinella* isolates from different provinces in mainland China. *Parasitol Res* 2012, 110: 753–757.

Webster P, Maddox-Hyttel C, Nöckler K, Malakauskas A, Giessen van der J, Pozio E, Boireau P, Kapel CM. Meat inspection for *Trichinella* in pork, horsemeat and game within the EU: available technology and its present implementation. *Euro Surveill* 2006, 11: 50–55.

WHO (2008). Foodborne diseases outbreaks: guidelines for investigation and control. [http://www.who.int/foodsafety/publications/foodborne\\_disease/outbreak\\_guidelines.pdf](http://www.who.int/foodsafety/publications/foodborne_disease/outbreak_guidelines.pdf), haettu 15.9.2016.

WHO (2014). A brief guide to emerging infectious diseases and zoonoses. Regional office for South-East Asia 2014. <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/204722/1/B5123.pdf?ua=1>, haettu 24.6.2016.

Wu Z, Nagano I, Takahashi Y. *Trichinella*: What is going on during nurse cell formation? *Vet Parasitol* 2013, 194: 155–159.

Yepez-Mulia L, Arriaga C, Viveros N, Adame A, Benitez E, Ortega-Pierres M G. Detection of *Trichinella* infection in slaughter horses by ELISA and western blot analysis. *Vet Parasitol* 1999, 81: 57–68.